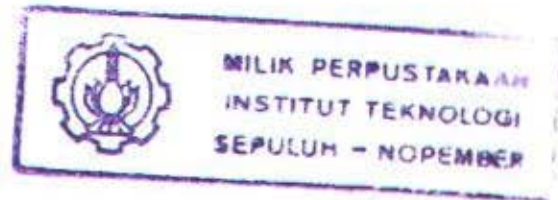


22431 / H1/RS

TUGAS AKHIR

KS 1701



**ANALISA PERFORMANCE
OPERASI REACH STACKER YANG DISEBABKAN
OLEH KEBOCORAN OLI HIDROLIK
DI PT.PELAYARAN MERATUS**



RSSP
623.867
Rif
9-1
2004

Oleh :

AHMAD RIFAI
4201.109.613

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	11-8-2004
Terima Dari	Rif
No. Agenda Prp.	221142

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERFORMANCE OPERASI REACH STACKER YANG DISEBABKAN OLEH KEBOCORAN OLI HIDROLIK DI PT.PELAYARAN MERATUS

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

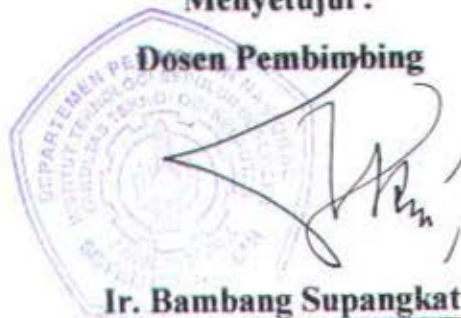
Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Ir. Bambang Supangkat

NIP. 130 355 298

**Surabaya,
Juli 2004**

Tugas Akhir ini telah diujikan pada Presentasi Akhir (P3)
Tugas Akhir Semester Genap Tahun Ajaran 2003/2004
Tanggal 22 Juli 2004

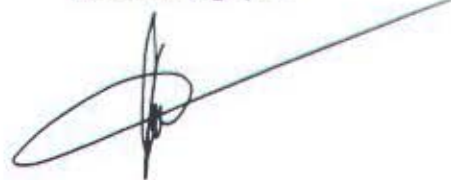
Mengetahui Dosen Penguji Presentasi Akhir (P3)

Dosen Penguji 1



Ir. Bambang Supangkat
NIP. 130 355 298

Dosen Penguji 2



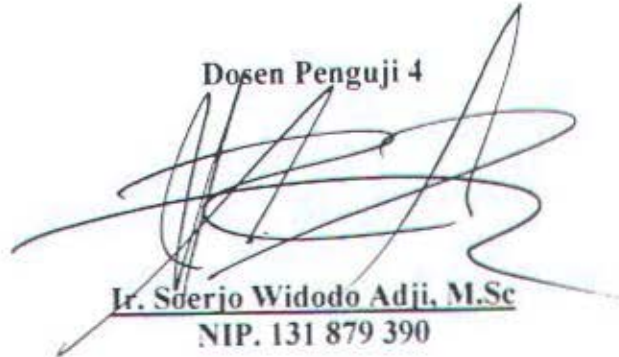
Ir. H. Alim Widodo, M.Sc
NIP. 131 474 402

Dosen Penguji 3



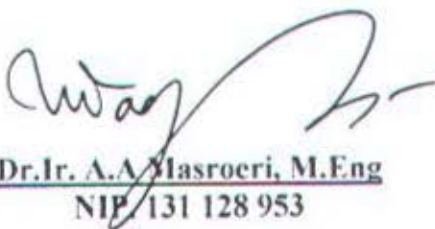
Ir. H. Soemartojo W A
NIP. 130 786 955

Dosen Penguji 4



Ir. Soerjo Widodo Adji, M.Sc
NIP. 131 879 390

Dosen Penguji 5



Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng
NIP. 131 128 953

Dosen Penguji 6



Lahar Baliwangi, ST, M.Eng
NIP. 132 133 971



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN – ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111
TELP. 5994754, 5994251 – 55 Pes. 1102 Fax. 5994754

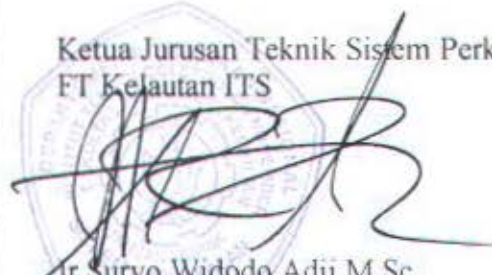
SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir (KS1701)

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut di bawah ini untuk mengerjakan Tugas Akhir sesuai judul dan lingkup bahasan yang ditentukan

Nama : Ahmad Rifai
NRP : 4201 109 613
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Bambang Supangkat

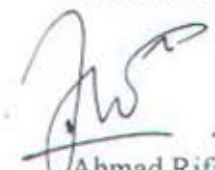
Tanggal diberikan tugas : s/d
Tanggal diselesaikan tugas :
Judul Tugas Akhir : Analisa Performansi Operasi Reach Stacker Yang
Disebabkan Oleh Kebocoran Oli Hidrolik di
PT. Pelayaran Meratus

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
FT Kelautan ITS


Ir. Suryo Widodo Adji, M.Sc
NIP. 131-879-390

Surabaya, Maret 2004
Yang menerima tugas :

Mahasiswa


Ahmad Rifai
NRP. 4201 109 613

Dosen Pembimbing I


Ir. Bambang Supangkat
NIP. 130 355 298

ABSTRACT

Reach Stacker is a cargo handling equipment of PT.Pelayaran Meratus, It have ability that better than others, so the performance of Reach Stacker must be take care as optimal as possible. Hydraulic leakage at hydraulic system will decrease performance of Reach Steacker, which occur in Reach Stacker type DC 4160-RS5 where caused by leakage of Main Control Valve that decrease hydraulic pressure.

To know performance of Reach Stacker caused by the leakage,we need an analysis using Pascal law we can know thrust of Lifting Cylinder. After that from existing data we can draw free body diagram of system to calculate maximum lifting power of Reach Stacker using moment equilibrium equation.

The result from analysis and calculate of data known the maximum lifting power of Reach Stacker type DC 4160-RS5 after leakage of oil hydraulic is 35 Ton (Row 1), 19 Ton (Row 2), and 7 Ton (Row 3).

ABSTRAK

Reach Stacker merupakan peralatan bongkar muat yang dimiliki oleh PT.Pelayaran Meratus, karena Reach Stacker mempunyai kemampuan mengangkat dan menyusun container lebih baik daripada peralatan bongkar muat lainnya maka performance Reach Stacker dijaga seoptimal mungkin. Kebocoran oli hidrolik pada system hidrolik akan menurunkan performance dari Reach Stacker, seperti yang terjadi pada Reach Stacker type DC 4160-RS5 milik PT.Pelayaran Meratus dimana kebocoran terjadi pada main valve sehingga terjadi penurunan tekanan hidrolik.

Untuk mengetahui performance Reach Stacker yang disebabkan kebocoran tersebut, diperlukan suatu analisa dengan menggunakan hukum Pascal kita dapat mengetahui gaya dorong lifting cylinder, dari data – data yang ada selanjutnya dilakukan penggambaran free body diagram pada system dan dengan memakai hukum keseimbangan gerak rotasi sehingga pada analisa ini dapat dihitung besarnya daya angkat maksimum Reach Stacker yang disebabkan adanya kebocoran oli hidrolik.

Hasil dari analisa dan perhitungan data diketahui daya angkat maksimum Reach Stacker DC 4160-RS5 setelah terjadi kebocoran oli hidrolik adalah 35 Ton (Row 1), 19 Ton (Row 2), dan 7 Ton (Row 3).

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT , yang telah memberikan segala petunjuk dan rahmat-Nya sehingga tugas akhir dengan judul **Analisa Performance Operasi Reach Stacker Yang Disebabkan Oleh Kebocoran Oli Hidrolik Di PT.Pelayaran Meratus** dapat kami selesaikan.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana strata I (S-1) bagi mahasiswa jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Penulis sadar bahwa tanpa bantuan dari semua pihak tugas akhir ini tidak akan terselesaikan secara maksimal.Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak,Ibu,dan Adik – adikku tercinta atas segala doa dan kasih sayang yang telah diberikan kepada kami.
2. Bapak Ir.Bambang Supangkat selaku dosen pembimbing tugas akhir kami.yang telah memberikan bimbingan,saran,waktu,dan diskusi selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak dosen dan karyawan yang telah membantu kelancaran penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Mistaman (Manning Head Div.AAB), Bapak Guntoro (Ka-Unit AAB), Bapak Sudiono (Maintenance Supervisor AAB) ,Nur Fatoni (Adm.Teknik AAB), serta para karyawan Unit Alat – Alat Berat (AAB)

PT.Pelayaran Meratus yang telah memberikan izin dan bimbingan selama pengambilan data.

5. Rekan – rekan mahasiswa Sistem Perkapalan LJ '01 atas kekompakan kita bersama, serta semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saran dan kritik yang membangun kami harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan khalayak umumnya.

Penyusun

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Kata Pengantar.....	iii
Daftar isi.....	v
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Simbol.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Umum.....	6
2.1.1 Pengertian Hidrolik.....	6
2.1.2 Hukum Pascal.....	7
2.2 Instalasi Hidrolik.....	9
2.2.1 Pompa Hidrolik.....	10
2.2.1.1 Gear Pump.....	11

2.2.1.2 Vane Pump.....	12
2.2.1.3 Piston Pump.....	14
2.2.2 Katup (Valve).....	15
2.2.3 Silinder Hidrolik.....	16
2.3 Jenis Kebocoran Sistem Hidrolik.....	19
2.3.1 Kebocoran Dalam.....	19
2.3.2 Kebocoran Luar.....	20
2.4 Tumpuan Engsel dan Keseimbangan.....	21

BAB III METODOLOGI

3.1 Langkah – Langkah Pengerjaan Tugas Akhir.....	22
3.2 Pengambilan Data.....	23
3.2.1 Data – Data Hasil Pengukuran.....	25
3.3 Pengukuran Tekanan Sistem.....	26
3.4 Perhitungan Gaya Dorong.....	26
3.5 Penggambaran gaya Yang Bekerja Pada Reach Stacker.....	27

BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan Gaya Dorong Cylinder Kondisi Normal.....	30
4.2 Penentuan Titik Berat Liftingarm.....	31
4.2.1 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 1-Stacking 1..	31
4.2.2 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 1-Stacking 2..	34
4.2.3 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 1-Stacking 3..	37
4.2.4 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 1-Stacking 4..	40
4.2.5 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 1-Stacking 5..	43

4.2.6 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 2-Stacking 1..	46
4.2.7 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 2-Stacking 2..	49
4.2.8 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 2-Stacking 3..	52
4.2.9 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 2-Stacking 4..	55
4.2.10 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 3-Stacking 1	58
4.2.11 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 3-Stacking 2	61
4.2.12 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi Row 3-Stacking 3	64
4.3 Perhitungan Beban Penyeimbang (Wa) Reach Stacker.....	67
4.4 Perhitungan Daya Angkat Reach Stacker Pada Kondisi Normal...	69
4.4.1 Posisi Row 1 – Stacking 1.....	69
4.4.2 Posisi Row 1 – Stacking 2.....	71
4.4.3 Posisi Row 1 – Stacking 3.....	73
4.4.4 Posisi Row 1 – Stacking 4.....	75
4.4.5 Posisi Row 1 – Stacking 5.....	77
4.4.6 Posisi Row 2 – Stacking 1.....	79
4.4.7 Posisi Row 2 – Stacking 2.....	81
4.4.8 Posisi Row 2 – Stacking 3.....	83
4.4.9 Posisi Row 2 – Stacking 4.....	85
4.4.10 Posisi Row 3 – Stacking 1.....	87
4.4.11 Posisi Row 3 – Stacking 2.....	89
4.4.12 Posisi Row 3 – Stacking 3.....	91
4.5 Perhitungan Gaya Dorong Lifting Cylinder Akibat Adanya Kebocoran.....	93

4.6 Perhitungan Daya Angkat Reach Stacker	94
4.6.1 Posisi Row 1 – Stacking 1	94
4.6.2 Posisi Row 1 – Stacking 2	96
4.6.3 Posisi Row 1 – Stacking 3	97
4.6.4 Posisi Row 1 – Stacking 4	99
4.6.5 Posisi Row 1 – Stacking 5	100
4.6.6 Posisi Row 2 – Stacking 1	102
4.6.7 Posisi Row 2 – Stacking 2	103
4.6.8 Posisi Row 2 – Stacking 3	105
4.6.9 Posisi Row 2 – Stacking 4	106
4.6.10 Posisi Row 3 – Stacking 1	108
4.6.11 Posisi Row 3 – Stacking 2	109
4.6.12 Posisi Row 3 – Stacking 3	111

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	113
5.2 Saran	114

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2.1 Tekanan Dalam Fluida Yang diberi Gaya.....	8
2.2 Silinder Hidrolik Yang Dibebani.....	9
2.3 Diagram Aliran Sistem Hidrolik.....	10
2.4 Gear Pump.....	11
2.5 Pompa Sudu – Sudu Seimbang.....	13
2.6 Pompa Sudu – Sudu Tak Seimbang.....	13
2.7 Pompa Piston Radial.....	14
2.8 Simbol Jenis Silinder Tunggal.....	16
2.9 Silinder Hidrolik Ganda (Double Acting).....	17
2.10 Silinder Ganda Dengan Dua Batang Torak.....	18
2.11 Simbol Silinder Ganda Dengan Dua Batang Torak.....	19
2.12 Tumpuan Jenis Engsel.....	21
3.1 Spesifikasi Reach Stacker DC 4160-RS5.....	23
3.2 Simbol Data – Data Hasil Pengukuran.....	24
3.3 Gaya Yang Bekerja Pada Reach Stacker Secara Umum.....	27
4.1 Tekanan dan Luasan Kerja Pada Cylinder Hidraulik.....	30
4.2 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 1.....	31
4.3 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 2.....	34
4.4 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 3.....	37
4.5 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 4.....	40

4.6 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 5....	43
4.7 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 1....	46
4.8 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 2....	49
4.9 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 3....	52
4.10 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 4...	55
4.11 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 3 – Stacking 1...	58
4.12 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 3 – Stacking 2...	61
4.13 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 3 – Stacking 3...	64
4.14 Sistem Keseimbangan Pada Reach Stacker.....	68
4.15 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 1.....	70
4.16 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 2.....	72
4.17 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 3.....	74
4.18 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 4.....	76
4.19 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 5.....	78
4.20 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 1.....	80
4.21 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 2.....	82
4.22 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 3.....	84
4.23 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 4.....	86
4.24 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 3 – Stacking 1.....	88
4.25 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 3 – Stacking 2.....	90
4.26 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 3 – Stacking 3.....	92
5.1 Susunan Daya Angkat Maksimum Reach Stacker Akibat Kebocoran...	113

DAFTAR TABEL

3.1 Spesifikasi Daya Angkat Maksimum DC 4160-RS5.....	24
5.1 Daya Angkat Maksimum Reach Stacker Akibat Kebocoran.....	114

DAFTAR SIMBOL

W	= Jarak horizontal antara titik pusat wheel base depan dan belakang
h	= Jarak vertical engsel terhadap base line/tanah
s	= Jarak horizontal engsel terhadap centre line wheel base belakang
d	= Jari – jari roda depan
$D1$	= Jarak horizontal ujung depan wheel base ke centre line container
L	= Jarak horizontal engsel terhadap centerline container
R	= Panjang liftingarm saat mengangkat beban
M	= Jarak vertical ujung depan batang terhadap engsel
$T1$	= tinggi susunan container
t_o	= Tinggi Topliftframe/Spreader
t	= Jarak vertical sisi bawah lifting cylinder terhadap baseline
w_o	= Jarak horizontal centreline roda depan ke sisi bawah lifting cylinder
r	= Jarak horizontal engsel terhadap sisi atas lifting cylinder
x	= Panjang titik berat liftingarm terhadap engsel
F	= Gaya hidrolik lifting cylinder
F_{vb}	= Gaya hidrolik liftingcylinder yang tegak lurus terhadap baseline
P	= Tekanan kerja system hidrolik
θ	= Sudut yang dibentuk oleh lifting cylinder terhadap base line
β	= Sudut yang dibentuk oleh Liftingarm terhadap engsel
ϕ	= Inside diameter lifting cylinder
W_c	= Berat dari liftingarm

W_d = Berat dari lifting frame + beban(container)

W_s = Berat lifting frame

W_a = Berat penyeimbang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangannya sistem hidraulik banyak diaplikasikan dalam dunia industri untuk kegiatan transportasi, produksi, maupun pengaturan. PT.Pelayaran Meratus sebagai salah satu perusahaan jasa pelayaran dimana perusahaan tersebut melayani pengiriman barang yang disimpan dalam sebuah container untuk selanjutnya diangkut oleh kapal.Untuk mendukung kegiatan operasional dari perusahaan PT.Pelayaran Meratus dibutuhkan suatu peralatan yang dipakai untuk pengaturan dan peletakan dari container tersebut yaitu reach stacker, dimana peralatan ini mempunyai kemampuan dan produktifitas yang lebih baik dari peralatan bongkar muat yang dimiliki oleh PT. Pelayaran Meratus.

Dalam pengoperasiannya Reach Stacker menggunakan tenaga hidraulik, kelebihan system hidrolis bahwa tenaga hidrolik adalah salah satu alat dari alat yang paling serbaguna dalam memodifikasi gerakan dan memindahkan tenaga, penggunaan system hidraulik sangat cocok diaplikasikan pada alat reach stacker karena penggunaan dari system hidraulik dapat menghasilkan gaya – gaya dan momen – momen yang besar meskipun dengan tenaga yang kecil dan juga system hidraulik dapat efektif untuk dioperasikan pada peralatan land use karena kondisi lingkungan yang mendukung (terjadinya korosi sangat kecil) . Selain memiliki keuntungan, system hidraulik juga memiliki hal – hal yang merugikan yang

disebabkan oleh sifat – sifat fluida dan media kerja yang bersangkutan dan perlunya mempertahankan clearance antara bagian yang bergerak dan bergesekan yaitu rod cylinder.

Di Unit Alat – Alat Berat (AAB) PT.Pelayaran Meratus sering ditemukan kasus – kasus kebocoran oli pada system hidraulik terutama adanya kebocoran oli hidraulik salah satunya pada lift cylinder reach stacker, kebocoran ini sangat tidak diinginkan dalam pesawat control hidraulik karena kebocoran ini dapat mempengaruhi kinerja dari lift cylinder dan konsumsi oli hidraulik semakin meningkat yang nantinya akan menyebabkan biaya perawatan dari reach stacker akan meningkat pula.

Karena peralatan reach stacker sebagai salah satu peralatan yang dipakai untuk bongkar muat container sangat mendukung operasional dari PT.Pelayaran Meratus perlu dilakukan perawatan yang teratur sehingga availability dari peralatan tersebut menjadi maksimal, permasalahan yang sering terjadi pada reach stacker adalah penurunan performance dari reach stacker karena adanya kebocoran oli hidraulik pada lift cylinder dari system hidrolik, yaitu berkurangnya daya angkat reach stacker.

Seperti yang telah dijelaskan diatas betapa pentingnya availability dari peralatan bongkar muat container seperti reach stacker pada operasional perusahaan maka perlu dilakukan analisa performance operasional dari reach stacker akibat dari kebocoran sehingga dapat diketahui penurunan dan formasi daya angkat dari lift cylinder pada reach stacker.

1.2 Perumusan Masalah

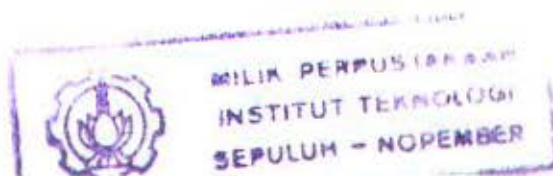
Reach Steacker sebagai salah satu peralatan bongkar muat container yang dimiliki oleh PT.Pelayaran Meratus sebagian besar sistemnya menggunakan system hidraulik terutama pada system lifticylinder yang sering ditemukan kebocoran system pelumas pada system hidraulik , kebocoran ini bisa di sebabkan adanya kerusakan atau keausan pada salah satu sambungan – sambungan pipa dan control valve dari sistem sehingga perlu dilakukan perawatan dan perbaikan pada daerah tersebut agar kebocoran dapat teratasi karena kebocoran oli terutama kebocoran dalam dapat memberikan effect pada daya angkat reach stacker

Oleh karena itu perlu dilakukan analisa tentang performance operasi dari reach stacker akibat terjadinya kebocoran dari minyak hidrolik terutama pada daya angkat dari lift cylinder berapakah daya angkat lift cylinder dan formasi susunan container yang dapat diangkat akibat adanya kebocoran oli hidraulik.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini kami membatasi permasalahan pada:

1. Analisa ini dilakukan pada system hidrolik dari lift cylinder reach stacker yang ada di PT.Pelayaran Meratus.
2. Analisa ini dilakukan pada kebocoran pelumas yang terjadi pada reach staker type dc 4160 RS5.
3. Analisa ini diasumsikan bahwa reach stacker beroperasi pada posisi standard dengan susunan container sesuai pada desain dari pabrik pembuat.



4. Tekanan kerja pada system hydraulic pada saat dilakukan pengukuran adalah tekanan kerja maksimum dari system.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Sesuai dengan perumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah menentukan besarnya daya angkat dari reach stacker akibat adanya kebocoran system pelumas.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai bahan masukan dan informasi bagi PT.Pelayaran Meratus dalam menganalisa performance operasi seperti daya angkat peralatan reach stacker yang diakibatkan dari kebocoran oli terutama kebocoran pada main valve system hidrolik.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : Pada bab ini akan dibahas tentang pendahuluan yang berisi latar belakang penulisan tugas akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat hasil tugas akhir serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II : Pada bab ini akan membahas tentang teori – teori mengenai hukum dasar dan persamaan yang mendasari penggunaan system hidrolik, pengertian dari system hidrolik serta instalasi yang ada pada system hidrolik

BAB III : Pada bab ini berisi tentang penyajian data – data yang diperoleh dari PT.Pelayaran Meratus serta langkah – langkah melakukan analisa data sehingga tujuan tugas akhir tercapai.

BAB IV : Pada bab ini akan dilakukan analisa dari data – data yang sudah didapat sesuai dengan tujuan dari penulisan tugas akhir ini.

BAB V : Penutup yang mencakup kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Umum

Sistem hidrolik merupakan salah satu pesawat tenaga yang menggunakan fluida sebagai media pemindah gaya, pada dunia industri baik di industri system hidrolik banyak diaplikasikan karena system ini sangat sederhana dalam penempatan komponen – komponen pendukung dari pesawat tenaga ini sehingga dibutuhkan tempat yang lebih sederhana dibandingkan dengan pesawat tenaga lain seperti pesawat tenaga mekanik.

2.1.1 Pengertian Hidrolik

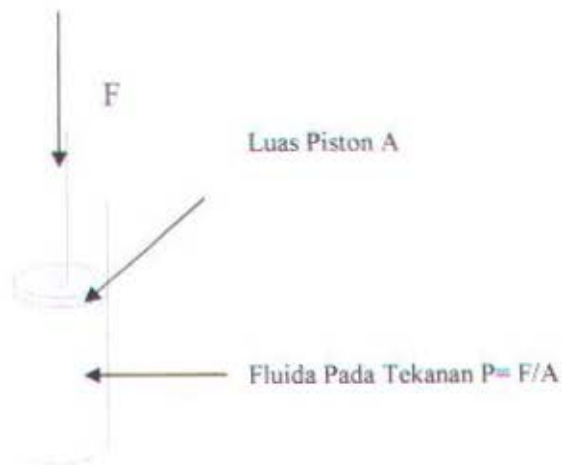
Kata hidrolik diambil dari bahasa yunani yaitu hydra yang berarti air dan aulos yang berarti pipa, jadi dengan kata lain system hidrolik dapat diartikan bahwa suatu system pesawat tenaga berbasis fluida yang menggunakan zat cair sebagai media transmisi energi. Pada prinsipnya semua fluida cair dapat dipakai sebagai peminda energy untuk system hidrolik seperti minyak sintetis, air atau emulsi air dan oli akan tetapi fluida tersebut mempunyai keterbatasan – keterbatasan tertentu seperti air yang mempunyai keterbatasan dalm hal melumasi bagian komponen yang bersinggungan dan bergerak selain itu fluida tersebut cenderung menimbulkan korosi terhadap komponen yang dilumasi.

Pada dasarnya system hidrolik memanfaatkan tenaga yang dikandung oleh fluida dimana fluida sebagai media penerus gaya. Seperti kita ketahui bahwa fluida yang dipakai pada system hidrolik adalah berupa zat cair yaitu minyak yang bersifat mempunyai bentuk yang tidak tetap bentuknya menyesuaikan dengan yang ditempatinya, selain itu minyak/oli merupakan fluida yang mempunyai sifat yang tak dapat dimampatkan (inkompresible) dari sifat – sifat zat cair yang diuraikan diatas akan menghasilkan daya kerja pada system hidrolik.

2.1.2 Hukum Pascal

Sistem hidrolik dikembangkan dari pernyataan ilmuwan Perancis bernama Pascal bahwa : “Tekanan yang digunakan pada suatu fluida yang tertutup diteruskan ke segala arah, bekerja dengan gaya yang sama besar pada luasan yang samam, dan bergerak kea rah tegak lurus terhadap titik – titik kerjanya” untuk selanjutnya pernyataan ini dikenal dengan hukum Pascal. Sebagai contoh bila suatu zat cair bearada didalam suatu silinder (gambar 2.1) fluida tersebut diberikan gaya lewat sebuah piston dengan luas A, ini akan menghasilkan tekanan P dalam fluida tersebut, tekanan dalam fluida dengan demikian dapat didefinisikan sebagai gaya yang bekerja per sattuan luas, atau :

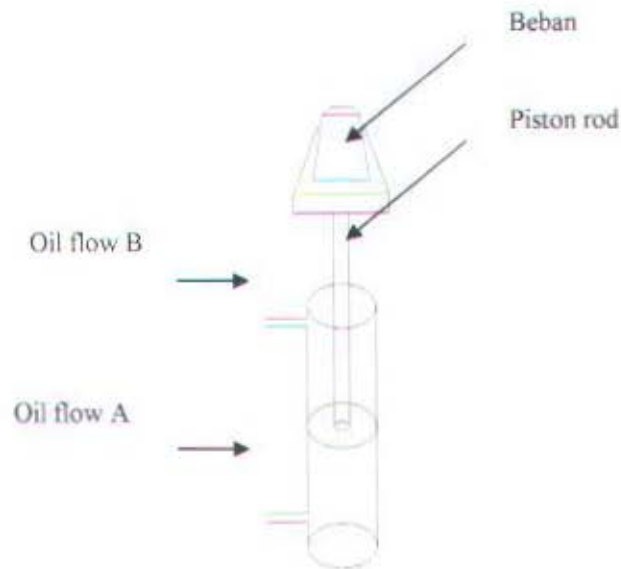
$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.1 Tekanan dalam fluida yang diberi gaya

Dalam system SI didefinisikan tekanan sebagai gaya dalam newton per meter persegi (N/m^2), satuan SI untuk tekanan adalah pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$), dari persamaan 2.1 didapatkan bahwa dengan menaikkan gaya, tekanan akan naik secara proporsional.

Berdasarkan hukum pascal bahwa tekanan terbagi rata dan sama ke segala arah, maka bentuk tangki (tempat dimana fluida itu berada) tidak mempengaruhi besarnya tekanan yang diteruskan oleh zat cair yang menempatnya. Sistem hidrolik dikembangkan dari hukum pascal tersebut, dimana untuk mengangkat beban pada sebuah silinder (gambar 2.2) fluida dipompakan kedalam silinder melalui pipa A sehingga piston akan bergerak naik karena adanya gaya yang bekerja pada piston yang ditimbulkan dari tekanan fluida.

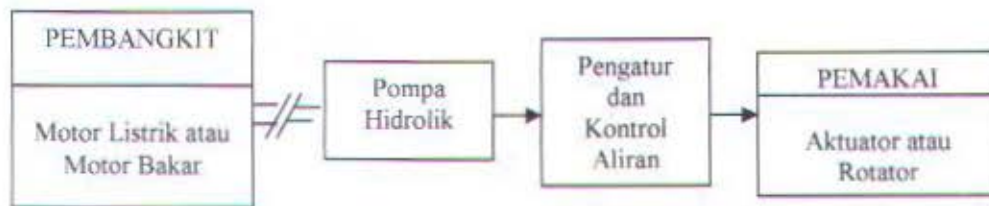


Gambar 2.2 Silinder hidrolik yang dibebani

Dan sebaliknya apabila fluida dipompakan ke dalam silinder melalui pipa B maka fluida akan mendorong piston bergerak masuk karena adanya tekanan yang diberikan fluida terhadap luasan piston.

2.2 Instalasi Hidrolik

Instalasi hidrolik merupakan kumpulan unsur – unsur yang terdiri dari beberapa komponen seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4, tujuan dari semua ini adalah untuk memindahkan gerak dan gaya dimana fluida/ oli hidrolik sebagai pemindah gaya.



Gambar 2.3 Diagram Aliran Sistem Hidrolik

Motor listrik atau motor bakar merupakan bagian dari komponen system hidrolik yang berfungsi sebagai pembangkit energi dimana motor listrik atau motor bakar akan merubah energi listrik atau panas yang dihasilkan menjadi energi mekanik untuk memutar poros yang dikopel terhadap pompa hidrolik, pompa hidrolik dibutuhkan untuk memberikan tekanan pada fluida kerja yaitu minyak dimana pompa ini mengubah energi mekanik dari perputaran poros oleh motor menjadi energi hidrolik pada minyak. Untuk menggerakkan actuator diperlukan katup – katup baik itu sebagai pengarah aliran untuk menggerakkan actuator maupun rotator maupun katup yang berfungsi sebagai pengontrol aliran agar tekanan fluida yang bekerja pada system tidak melebihi tekanan kerja maksimum dari system.

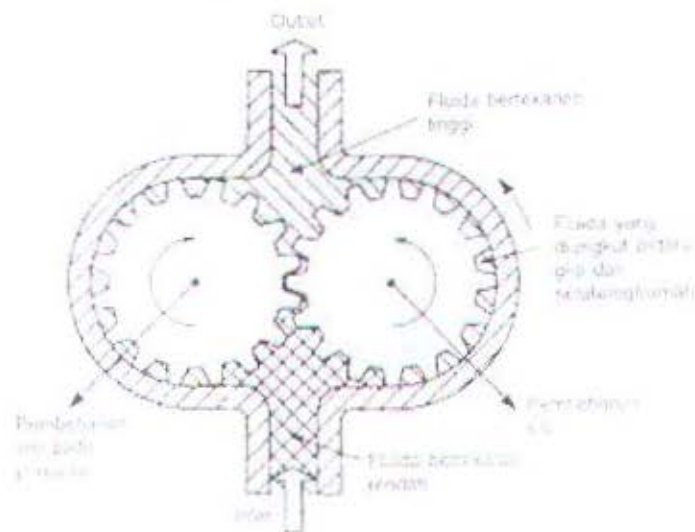
2.2.1 Pompa Hidrolik

Dari berbagai komponen pada system hidrolik pompa merupakan suatu komponen yang utama pada system, fungsi utama dari pompa adalah untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik, dimana pompa akan menghisap minyak dari tangki (reservoir) dan mensuplainya kesistem dalam

sirkuit hidrolik. Ada beberapa pompa yang biasa dipakai system hidrolik diantaranya gear pump, vane pump dan piston pump.

2.2.1.1 Gear Pump

Gear pump banyak sekali dipakai pada system hidrolik karena konstruksinya yang sederhana, pada gambar 2.5 ditunjukkan konstruksi dari gear pump, dimana salah satu gigi berputar dikarenakan adanya sumber energi luar yaitu putaran dari poros motor hidrolik, putaran gigi ini akan diikuti oleh putaran gigi yang lain karena kedua gigi saling bersentuhan.



Gambar 2.4 Gear Pump

Ketika gigi keluar dari jalinan dipusat terbentuklah suatu vakum parsial yang menghisap fluida kedalam ruang inlet, sehingga fluida terjebak diantara gigi luar dan casing pompa yang mengakibatkan terjadi transfer fluida yang kontinyu dari ruang inlet dan outlet yang selanjutnya fluida ditransfer ke berbagai system.

Pompa jenis ini termasuk pompa jenis fixed displacement karena volume oli yang dihasilkan dari putaran poros pompa adalah tetap, ada kekurangan yang sering dijumpai pada gear pump yaitu kebocoran yang sering terjadi pada celah kecil atau clearance antara gigi – gigi dan casing pompa sehingga menyebabkan jumlah oli yang disuplai menjadi berkurang.

2.2.1.2 Vane Pump

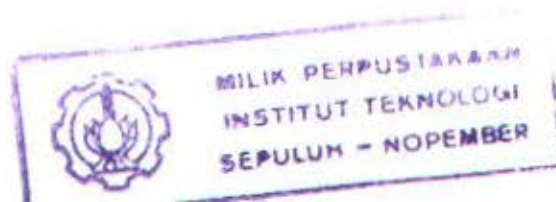
Jenis vane pump merupakan pompa serba guna dan dapat direncanakan sebagai pompa tunggal, dobel, ganda tiga dalam satu unit pompa. Semua pompa sudu – sudu (vane pump) memindahkan fluida dengan menggunakan suatu alur memutar yang berfungsi sebagai rotor dengan sudu – sudu yang terpasang didalamnya (didalam alur). Pompa jenis ini terdiri dari dua macam pompa yang banyak digunakan, yaitu :

1. Pompa sudu – sudu seimbang (balanced)

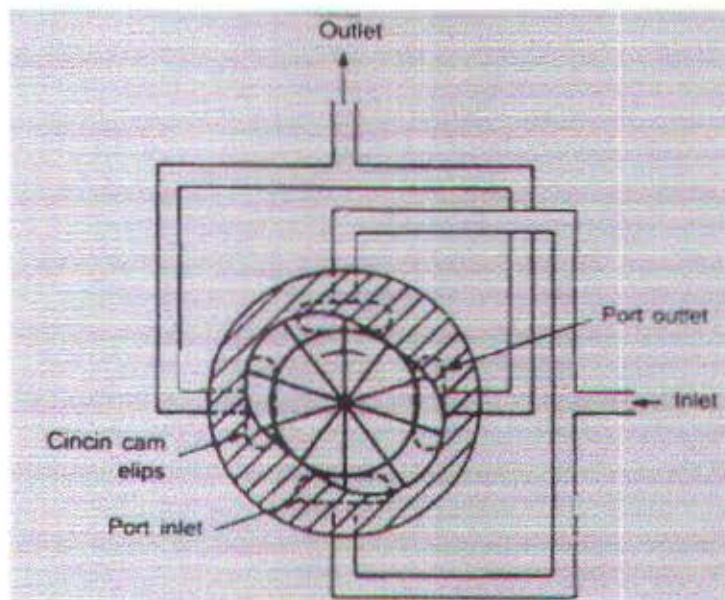
Pompa sudu – sudu seimbang bekerja dengan system pemindahan tetap. Pada pompa ini sudu – sudu digerakkan oleh poros penggerak dan berputar didalam cincin rotor.(lihat gambar 2.5)

2. Pompa sudu – sudu tak seimbang (unbalanced)

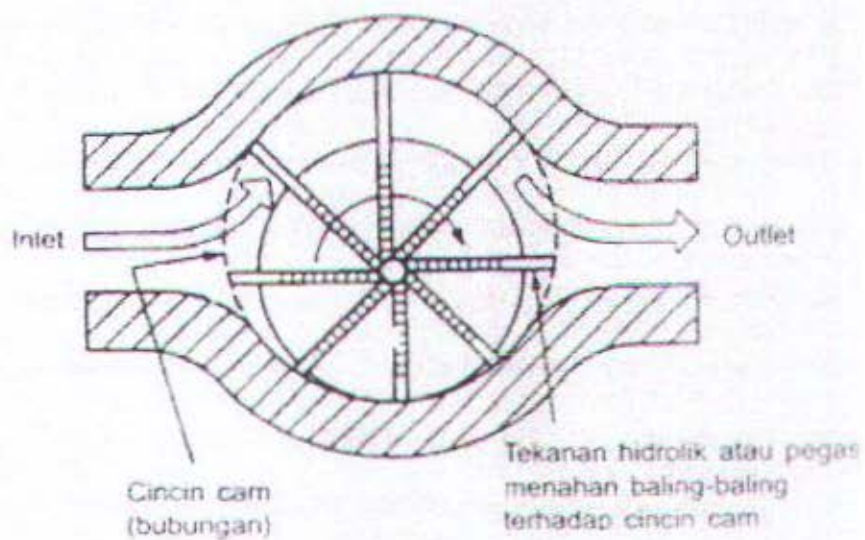
Pompa sudu – sudu tak seimbang dapat berupa pemindahan tetap atau pemindahan variable, pada pompa ini vane berputar sesuai dengan arah panah pada gambar 2.6, dari ruangan yang sempit kemudian mengembang akan terjadi tekanan lebih kecil dari tekanan atmosphere, dengan demikian oli dari



saluran masuk akan tersedot kedalam, karena gaya sentrifugal sudu – sudu akan terlempar keluar pada waktu berputar.



Gambar 2.5 Pompa Sudu – Sudu Seimbang



Gambar 2.6 Pompa Sudu – sudu Tak Seimbang

2.2.1.3 Piston Pump

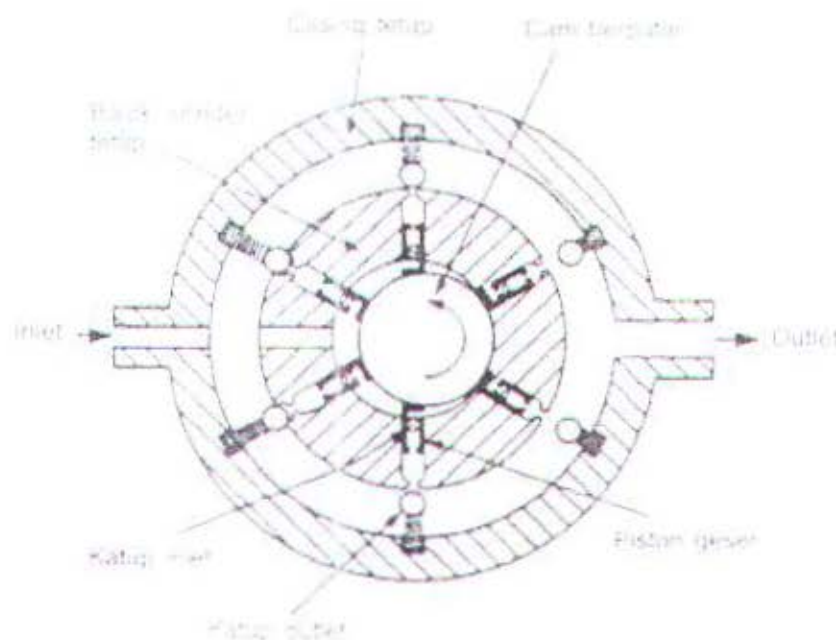
Pada umumnya piston pump mempunyai kemampuan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis pompa yang lain, karena pompa ini mampu menghasilkan tekanan minyak sampai 65 Mpa sedangkan untuk vane pump dan gear pump hanya mampu menghasilkan 15-20 Mpa, ada dua type dari pompa torak diantaranya:

1. Pompa torak radial

Pompa torak dirancang membentuk formasi bintang secara radial terhadap poros penggerakannya, demikian juga torak bekerja dalam arah radial.

2. Pompa torak aksial

Jenis pompa torak aksial adalah perubah energi dimana torak dirancang secara aksial terhadap silindernya.



Gambar 2.7 Pompa Piston Radial

2.2.2 Katup (Valve)

Energi hidrolik dihasilkan dari penggerak mula seperti motor listrik atau motor bakar yang menggerakkan pompa, dan tekanan hidrolik bertambah karena perlawanan aliran pompa jika tidak dikontrol tekanan dan aliran dari fluida hidrolik ini akan merusak komponen system oleh karena itu seorang perancang akan memasang katup pada system agar mengurangi keausan pada komponen system sehingga system dapat beroperasi secara optimal. Secara umum katup dibagi beberapa bagian yaitu :

1. Katup Pengatur Tekanan (Pressure Control Valve)

Yaitu katup yang mengatur tekanan dalam sirkuit dengan mengembalikan semua atau sebagian oli ke tangki apabila tekanan dalam sirkuit mencapai setting pressure yang telah ditentukan.

2. Katup Pengontrol Aliran (Flow Control Valve)

Yaitu suatu katup yang berfungsi mengatur atau mengontrol jumlah aliran oli (debit) ke actuator, katup pengatur aliran melaksanakan satu atau lebih fungsi control sebagai berikut:

- Membatasi kecepatan elemen penggerak maksimum, dimana kecepatan torak elemen penggerak ditentukan oleh:

Kecepatan = aliran rata – rata (debit) / luas penampang torak. ($V = Q/A$).

- Membatasi tenaga maksimum yang tersedia untuk sub-sub rangkaian dengan mengontrol aliran ke sub – sub rangkaian tersebut.

tenaga = aliran rata – rata x tekanan. ($P = Q \times p$).

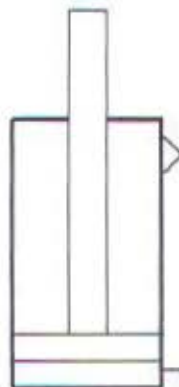
3. Katup Pengontrol Arah Aliran (Directional Control Valve)

Adalah katup yang mengatur arah aliran fluida hidrolik untuk mengontrol arah dari gerakan silinder hidrolik atau motor hidrolik.

2.2.3 Silinder Hidrolik

Silinder hidrolik merupakan elemen penggerak dari system dimana elemen ini merubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanik. Penggunaan dari silinder hidrolik sangat beragam jenis dan bentuknya diantaranya adalah silinder tunggal, dimana gaya hanya diberikan dalam satu arah, untuk menggerakkan piston rod pada silinder tekanan oli hanya dialirkan pada satu sisi silinder sehingga batang torak akan keluar dari tabung silinder, dan apabila tekanann oli dilepas maka torak akan terdorong kedalam tabung silinder karena adanya berat beban atau gaya pegas yang dipasang pada silinder.

Silinder tunggal biasanya dipasang pada arah tegak agar berat beban secara gravitasi akan mendorong torak masuk ketika tekanan oli ditiadakan, apabila silinder dipasang horizontal maka pada silinder dilengkapi dengan pegas untuk mengembalikan pada posisi awal.



Gambar 2.8 Simbol Jenis Silinder Tunggal

Jenis silinder hidrolik yang lain yaitu silinder hidrolik dalam dua arah seperti terlihat pada gambar 2.10. Apabila tekanan diberikan diberikan pada port X maka piston akan bergerak maju dan oli pada bagian depan piston akan keluar menuju reservoir (tangki penyimpan oli) melewati port Y, dimana gaya dorong yang dihasilkan pada saat piston maju adalah :

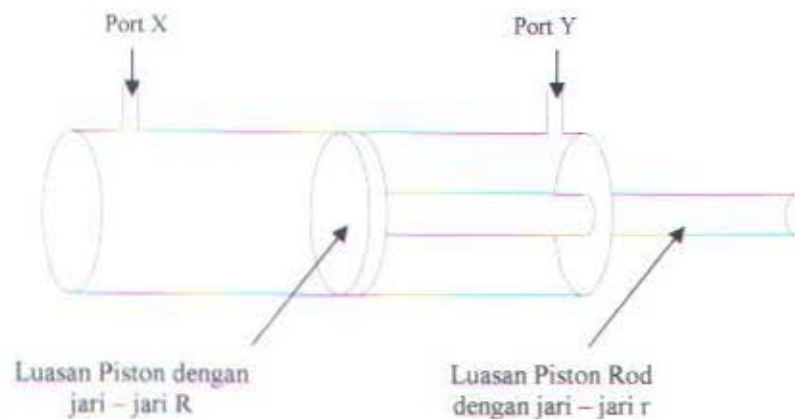
$$F_{(maju)} = p \times \pi R^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

F = Gaya yang dihasilkan (Newton)

P = Tekanan kerja pada silinder (Pascal/Pa)

R = Jari – jari piston (meter)



Gambar 2.9 Silinder Hidrolik ganda(Double Acting)

Sebaliknya untuk menggerakkan piston masuk kedalam silinder, tekanan fluida diberikan melewati port Y sehingga piston akan bergerak mundur, dan gaya yang dihasilkan pada saat piston mundur lebih kecil dibandingkan pada saat piston

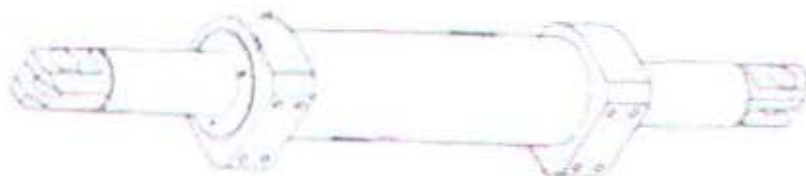
bergerak maju karena adanya batang torak (piston rod) yang memberikan annulus dengan luasan :

$$\begin{aligned}
 A_{\text{annulus}} &= A_{\text{piston}} - A_{\text{piston rod}} \\
 &= \pi R^2 - \pi r^2 \\
 &= \pi(R^2 - r^2) \dots\dots\dots(2.3)
 \end{aligned}$$

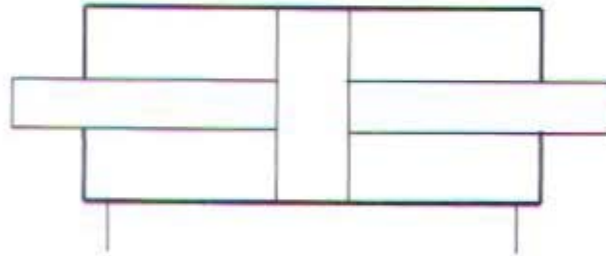
maka besarnya gaya yang dibutuhkan pada saat piston bergerak mundur adalah :

$$\begin{aligned}
 F_{(\text{mundur})} &= p \times A_{\text{annulus}} \\
 &= p \times \pi(R^2 - r^2) \dots\dots\dots(2.4)
 \end{aligned}$$

Selanjutnya adalah jenis silinder hidrolik dengan memakai batang torak pada kedua sisinya (double rod cylinder), silinder ini dipakai untuk system hidrolik yang menghendaki gaya pada kedua langkahnya, contoh penggunaan silinder ini di reach stacker yaitu pada steering system gaya yang dihasilkan pada kedua sisi silinder juga sama karena kedua luasan annulusnya juga sama seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar2.10 Silinder Ganda Dengan Dua Batang Torak



Gambar 2.11 Simbol Silinder Ganda Dengan Dua Batang Torak

2.3 Jenis Kebocoran Sistem Hidrolik

Kebocoran pada system hidrolik tidak diinginkan karena kebocoran kan menimbulkan masalah besar yang mengakibatkan rugi efisiensi, meningkatkan pemakaian daya, mengganggu lingkungan akibat tercecernya oli hidrolik dan bahaya keamanan kerja dari system, kebocoran pada system hidrolik digolongkan menjadi dua yaitu keocoran dalam dan kebocoran luar.

2.3.1 Kebocoran Dalam

Kebocoran dalam yang terjadi didalam system hidrolik sangat sulit untuk mendeteksi aka tetapi kebocoran ini dapat dilihat dari gerakan silinder yang lemah, apabila tanda – tanda seperti ini mulai terlihat maka sudah waktunya untuk dilakukan pengecekan pada system agar dapat diketahui letak terjadinya kebocoran sehingga kebocoran tidak melebar lebih jauh.

Kebocoran dalam tidak menyebabkan kehilangan atau kerugian oli karena oli akan kembali ke reservoir, akan tetapi kebocoran ini akan menyebabkan berkurangnya gaya angkat yang dihasilkasn oleh actuator. Kebocoran dalam

bertambah seiring dengan penambahan keausan bagian – bagian yang bergesekan, kebocoran ini juga dipercepat karena penggunaan oli yang berviskositas rendah karena oli cepat encer pada suhu yang lebih tinggi, oleh karena itu penggunaan fluida hidrolik yang sesuai dan komponen dari penyekat atau seal dinamis sangat mempengaruhi terjadinya kebocoran dalam.

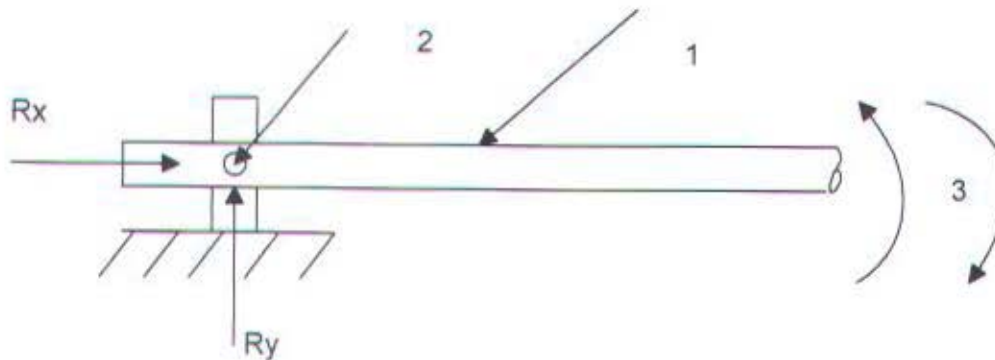
2.3.2 Kebocoran Luar

Sebaliknya kebocoran luar akan menyebabkan kerugian oli karena oli akan keluar melewati lubang – lubang tempat terjadinya kebocoran tersebut. Oli yang tercecer tersebut akan mengotori lingkungan sekitar dimana peralatan tersebut beroperasi. Kebocoran luar seperti kebocoran lubang jarum sangat berbahaya terutama pada saat mesin beroperasi, uap oli dari kebocoran kecil dapat menimbulkan nyala api karena temperature kerja yang tinggi, juga semprotan oli halus terhadap mesin yang sedang beroperasi dapat menimbulkan nyala api, selain itu agar fluida hidrolik yang bertekanan dapat menembus kulit yang akan menyebabkan luka.

Kebocoran ini terjadi biasanya pada daerah – daerah sambungan pipa dan saluran yang menghubungkan bagian – bagian komponen hidrolik yang berbeda sebagai contoh antara tabung silinder dengan tutup silinder, oleh karena itu agar kebocoran luar dapat dihindari perlu dilakukan pengecekan secara rutin pada daerah – daerah tersebut diatas.

2.4 Tumpuan Engsel dan Keseimbangan

Untuk menahan beban baik gaya maupun momen yang bekerja pada balok – balok, diperlukan penyangga / tumpuan, ada beberapa tumpuan yang biasa dipakai pada system mekanik maupun kontruksi salah satunya adalah engsel dimana gaya – gaya yang bekerja pada engsel ditunjukkan pada gambar



Gambar 2.12 Tumpuan Jenis Engsel

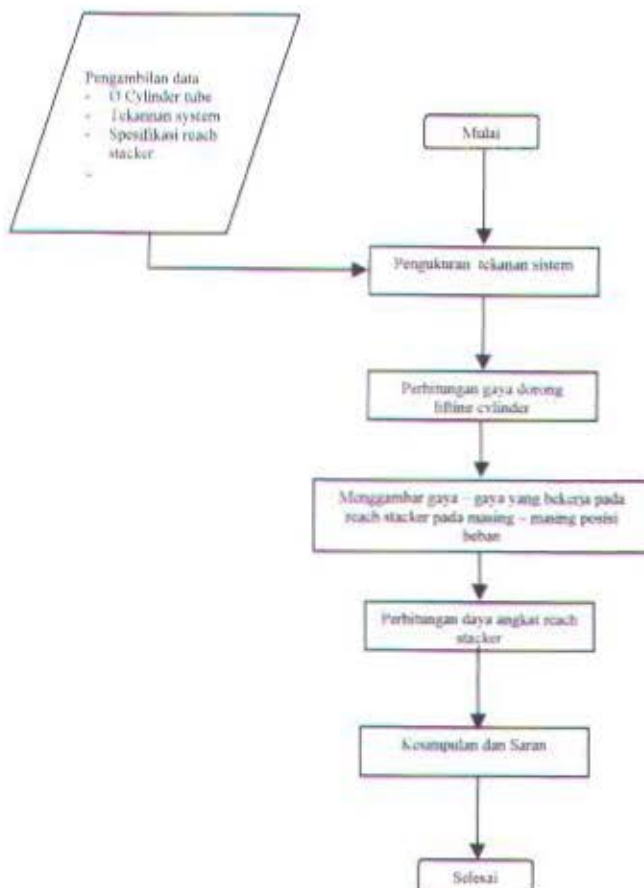
Pada ujung balok (3) merupakan gerakan relatif yang bisa diberikan oleh balok terhadap tumpuan engsel, tumpuan ini memberikan reaksi yang bisa diuraikan kearah sumbu X (R_x) dan kearah sumbu Y (R_y), pada system diatas balok penahan akan seimbang apabila memenuhi persyaratan dimana gaya – gaya aljabar kearah sumbu X baik gaya beban luar maupun beban reaksi $= 0$ ($\sum F_x = 0$), gaya – gaya kearah sumbu Y $= 0$ ($\sum F_y = 0$) dan jumlah momen dari gaya – gaya luar maupun gaya reaksi terhadap titik tetap $= 0$ ($\sum M = 0$).

BAB III

METODOLOGI

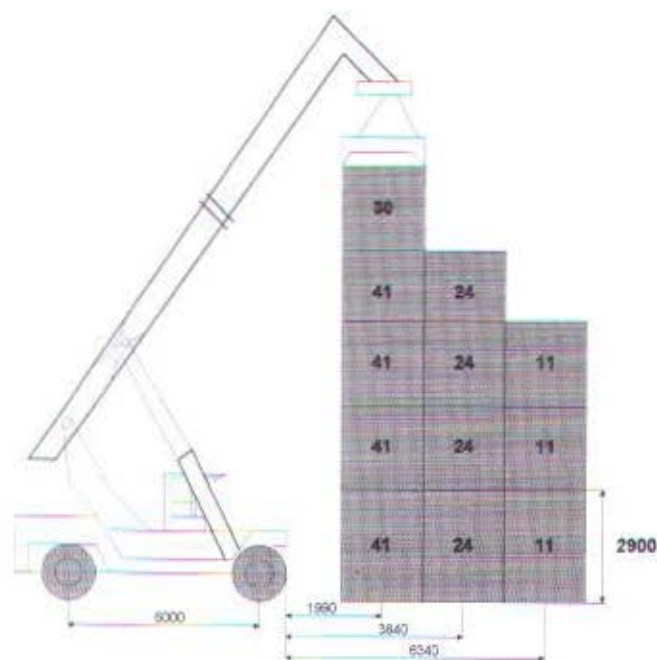
3.1 Langkah – Langkah Pengerjaan Tugas Akhir

Langkah – langkah dalam mengerjakan tugas akhir untuk mendapatkan hasil akhir dari permasalahan sesuai dengan tujuan dari tugas akhir adalah sebagai berikut :



3.2 Pengambilan Data

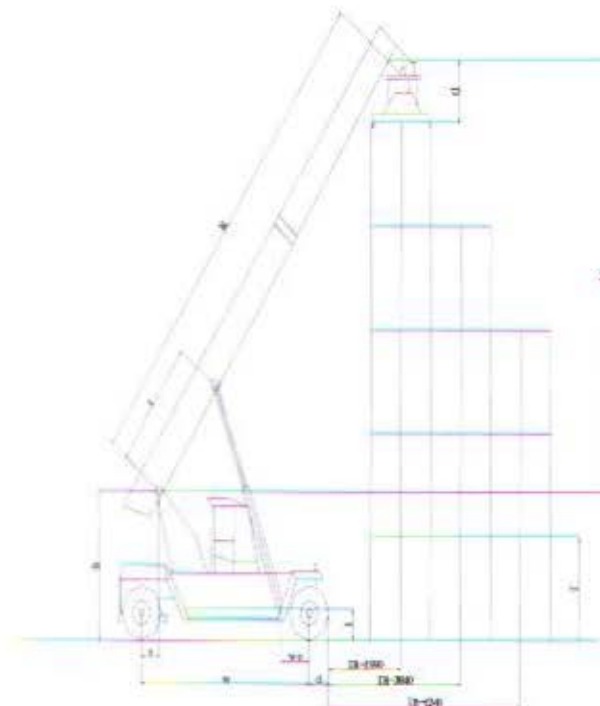
Data – data yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah data – data yang berhubungan dengan dimensi komponen – komponen dari lift cylinder, liftingarm, toplift frame dan spesifikasi dari reach stacker type DC 4160S data – data ini dapat diambil dari technical handbook Reach Stacker yang ada di PT.Pelayaran Meratus juga didapat dari pengukuran langsung , pengukuran diameter dalam lifting cylinder dapat dilakukan pada saat repair atau pembongkaran lift cylinder ketika dilakukan pergantian seal kit pada lift cylinder, maka dapat diketahui luasan kerja dari lifting cylinder, sedangkan pengukuran dari jarak engsel terhadap tanah dsb, dapat dilakukan pengukuran langsung pada alat berat ketika Reach Stacker sedang diperbaiki di bengkel Alat – Alat Berat PT.Pelayaran Meratus, berikut adalah data – data dan spesifikasi dari Reach Stacker type DC 4160-RS5



Gambar 3.1 Spesifikasi Reach Stacker DC 4160-RS5

	Row 1	Row 2	Row 3
Stacking 1	41 Ton	24 Ton	11 Ton
Stacking 2	41 Ton	24 Ton	11 Ton
Stacking 3	41 Ton	24 Ton	11 ton
Stacking 4	41 Ton	24 Ton	-
Stacking 5	30Ton	-	-

Tabel 3.1 Spesifikasi Daya Angkat Maksimum DC 4160-RS5



Gambar 3.2 Simbol Data – Data Hasil Pengukuran

dimana :

W = Jarak horizontal antara titik pusat wheel base depan dan belakang

h = Jarak vertical engsel terhadap base line/tanah

s = Jarak horizontal engsel terhadap centre line wheel base belakang

d = Jari – jari roda depan

D1 = Jarak horizontal ujung depan wheel base ke centre line container

L = Jarak horizontal engsel terhadap centerline container

R = Panjang batang

M = Jarak vertical ujung depan batang terhadap engsel

T1 = tinggi susunan container

to = Tinggi speeder

t = Jarak vertical sisi bawah lifting cylinder terhadap baseline

- wo = Jarak horizontal centerline roda depan ke sisi bawah lifting cylinder

3.2.1 Data – Ddata Hasil Pengukuran

- Diameter dalam Tabung cylinder (\varnothing) : 270 mm
- Panjang Wheel base (w) = 6000 mm
- Jarak vertical engsel terhadap tanah (h) = 3700 mm
- Jarak horizontal engsel thd centerline roda belakang (s) = 1300 mm
- Jarak vertical antara engsel dg lift cylinder bagian atas (r) = 2500 mm
- Jarak vertical sisi bawah lift cylinder thd tanah (t) = 1300 mm
- Jarak horizontal sisi bawah lift cylinder thd centerline roda depan (wo) = 1000 m
- Jari – jari roda depan (d) = 750 mm

- Tekanan hydraulic kiri = 180 bar
- Tekanan hydraulic kanan = 140 bar

3.3 Pengukuran Tekanan System

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui tekanan kerja system yang disebabkan adanya kebocoran system pelumas, pengukuran dilakukan pada tempat – tempat tertentu yang telah tersedia, pada pengukuran ini alat ukur yang digunakan adalah pressure gauge, hasil dari pengukuran tekanan system adalah sebagai berikut: standard seal yang dipakai pada lift cylinder, di PT. Pelayaran Meratus pengukuran tekanan dilakukan pada saat Program Pemeriksaan Mesin (PPM) yang dilaksanakan setiap 3 bulan sekali.

3.4 Perhitungan Gaya Dorong

Setelah tekanan system diketahui maka selanjutnya dilakukan perhitungan gaya dorong dari lifting cylinder, besarnya gaya dorong static lifting cylinder adalah:

$$F_{static} = P \times \frac{1}{4} \pi \phi^2 \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana F merupakan gaya dorong yang dihasilkan oleh lift cylinder dalam satuan Newton (N), sedangkan P adalah tekanan yang bekerja pada tabung cylinder dalam satuan Pascal (Pa), sedangkan ϕ adalah diameter dalam dari tabung cylinder.

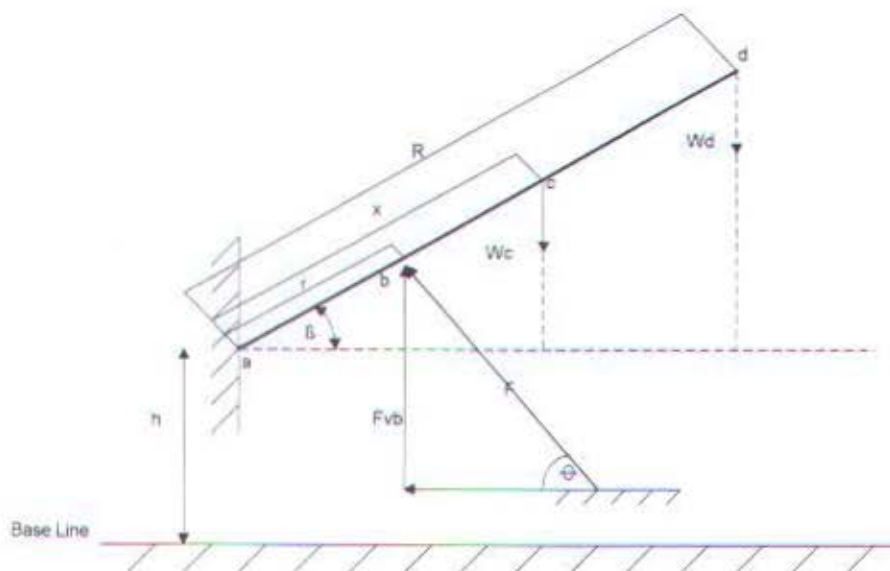
Karena adanya kerugian – kerugian gesek antara komponen – komponen dari cylinder yang diam dan bergerak seperti seal kit yang ada pada cylinder maka gaya dorong dynamic dari lifting cylinder adalah:

$$F_{\text{dynamic}} = F_{\text{static}} \times 0,9$$

$$= (P \times \frac{1}{4} \pi \Theta^2) \times 0,9 \dots \dots \dots (3.2)$$

3.5 Penggambaran Gaya Yang Bekerja Pada Reach Stacker

Langkah selanjutnya membuat pemodelan matematis system reach stacker ketika mengangkat beban, dan pada reach stacker diberikan informasi tentang daya angkat maksimum dan susunan /formasi beban yang dapat dijangkau oleh reach stacker seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Berikut gambar gaya – gaya yang bekerja pada reach stacker :



Gambar 3.3 Gaya Yang Bekerja Pada Reach Stacker Secara Umum

Dimana: W_c = Berat dari liftingarm = 13000 kg = 130000 N

W_d = Berat dari lifting frame + beban

W_s = Berat lifting frame = 71000 kg = 710000 N

h = Tinggi engsel ke landasan/tanah

F = Gaya dorong dari lifting cylinder

F_{vh} = Gaya Vertikal pada titik b

$$= F \cdot \sin \theta$$

Untuk menentukan nilai β dan θ dapat dilakukan dengan menggambar system kerja dari reach stacker seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2 dengan skala penuh:

$$L = W - s + (d + D1)$$

Sehingga:

$$M = (T + t1) \cdot h$$

Sedangkan panjang liftingarm saat mengangkat beban adalah:

$$R = \sqrt{L^2 + M^2}$$

Dari hukum kesetimbangan benda tegar bahwa gaya – gaya yang bekerja pada benda = 0, dan momen – momen yang bekerja juga = 0 (untuk kesetimbangan gerak rotasi), untuk itu untuk menentukan besar daya angkat dari reach stacker dapat dicari dengan persamaan berikut:

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a.

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (1/2 R \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (1/2 R \cdot \cos \beta)$$

$$W_d = \frac{F_{vb}(r \cdot \cos \beta) - W_c(1/2 R \cdot \cos \beta)}{R \cdot \cos \beta} \dots\dots\dots(3.3)$$

Maka berat container yang dapat diangkat oleh reach stacker adalah:

$$W_d = W_s + W_{\text{container}}$$

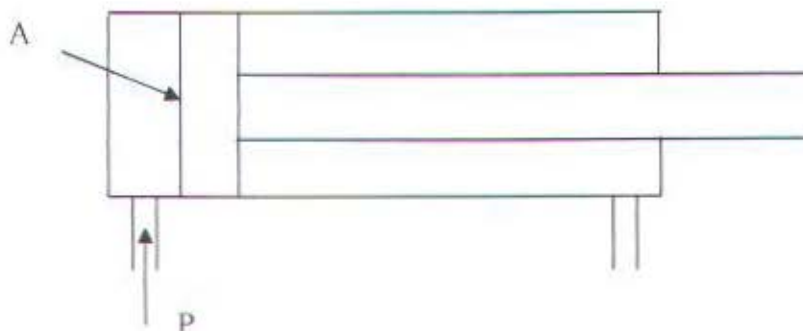
$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan Gaya Dorong Cylinder Kondisi Normal

Untuk memnentukan titik berat dari liftingarm telebih dahulu kita hitung besarnya gaya dorong liftingarm pada kondisi normal, Seperti yang dijelaskan pada bab III sebelumnya bahwa besarnya gaya dorong cylinder merupakan fungsi dari tekanan system (P) dan luasan kerja (A) dari lifting cylinder.



Gambar 4.1 Tekanan dan Luasan Kerja Pada Cylinder Hidrolik

dimana besarnya gaya dorong lifting cylinder adalah:

besarnya gaya dorong lifting cylinder sisi kiri adalah:

$$\begin{aligned} F_{\text{kanan}} &= P \times \frac{1}{4} \pi \phi^2 & P &= 180 \text{ bar} = 18000000 \text{ N/m}^2 \\ &= 18.10^6 \times \frac{1}{4} .3,14.(0,27)^2 \\ &= 1030077 \text{ N} \end{aligned}$$

- besarnya gaya dorong lifting cylinder sisi kiri adalah:

$$\begin{aligned}
 F_{\text{kin}} &= P \times \frac{1}{4} \pi O^2 & P &= 180 \text{ bar} = 18000000 \text{ N/m}^2 \\
 &= 18 \cdot 10^6 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,27)^2 \\
 &= 1030077 \text{ N}
 \end{aligned}$$

total gaya dorong statis :

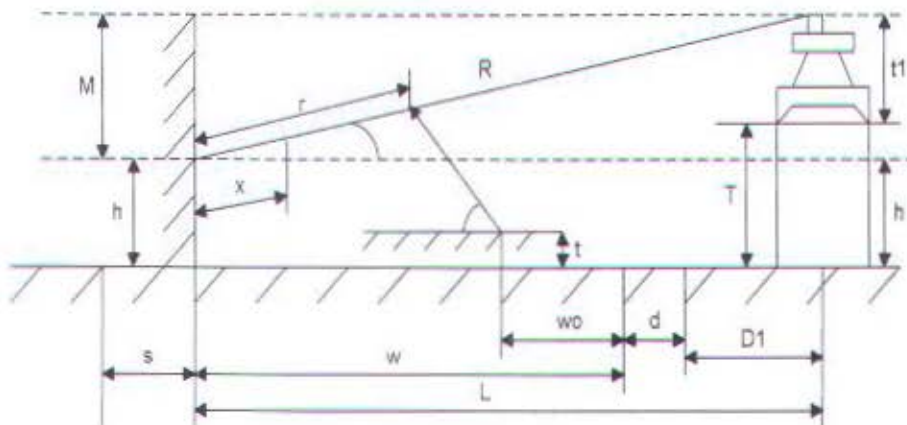
$$\begin{aligned}
 &= 1030077 \text{ N} + 1030077 \text{ N} \\
 &= 2060157 \text{ N}
 \end{aligned}$$

sedangkan gaya dorong dinamis lifting cylinder :

$$\begin{aligned}
 &= 2060157 \text{ N} \times 0,9 \\
 &= 1854138,6 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4.2 Penentuan Titik Berat Liftingarm

4.2.1 Titik Berat Liftingarm Pada Beban Posisi row 1 – stacking 1



Gambar 4.2 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 1

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.2):

W	= 6000 mm	T1	= 2900 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 1990 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned}L &= W - s + (d + D1) \\&= 6000 - 1300 + (750 + 1990) \\&= 7440 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned}M &= (T1 + to) - h \\&= (2900 + 3000) - 3700 \\&= 2200 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned}R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\&= \sqrt{(2200)^2 + (7440)^2} \\&= 7757 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari data – data diatas selanjutnya dilakukan penggambaran dengan skala penuh sehingga didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 1 – stacking 1

$$\theta = 67^\circ \quad \sin \theta = 0,8686$$

$$\beta = 16^\circ \quad \cos \beta = 0,96$$

menurut hukum keseimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (lihat gambar 3.3)

$$F_{vb}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_c.(x.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

Titik berat dri liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta)}{W_c.\cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb}.r. - W_d.R.}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F.\sin 67^\circ$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,8686$$

$$= 1610504,788 \text{ N}$$

$$- \text{Berat liftingarm } (W_c) = 130000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat toplift frame } (W_s) = 71000 \text{ N}$$



- Berat container ($W_{\text{container}}$) = 410000N

- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 410000$$

$$= 481000 \text{ N}$$

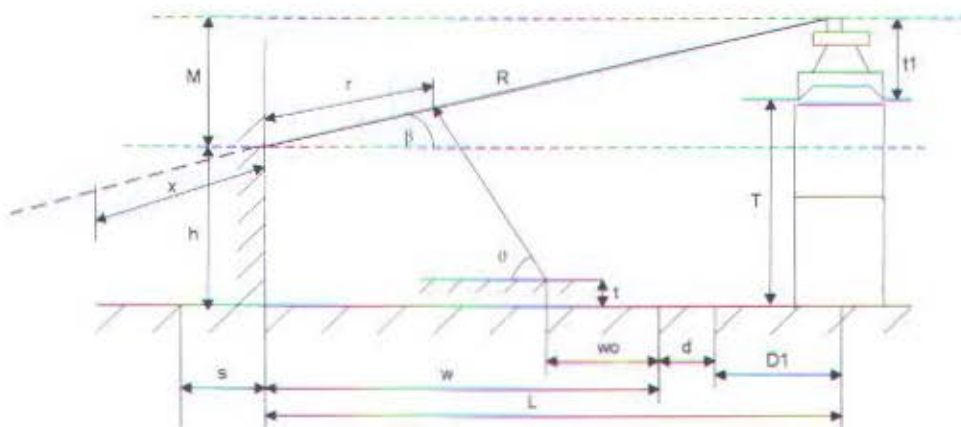
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1610504,788 \cdot (2,5,0,96) - 481000 \cdot 7,757}{130000}$$

$$x = \frac{365211,491 - 3582334,08}{124800}$$

$$x = 2,27 \text{ m}$$

4.2.2 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 1 - Stacking 2



Gambar 4.3 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 2

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.3);

$$W = 6000 \text{ mm} \qquad T1 = 5800 \text{ mm}$$

$$s = 1300 \text{ mm} \qquad to = 3000 \text{ mm}$$

$$d = 750 \text{ mm} \qquad wo = 1000 \text{ mm}$$

$$D1 = 1990 \text{ mm} \qquad t = 1300 \text{ mm}$$

$$h = 3700 \text{ mm} \qquad r = 2500 \text{ mm}$$

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned} L &= W - s + (d + D1) \\ &= 6000 - 1300 + (750 + 1990) \\ &= 7440 \text{ mm} \end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned} M &= (T1 + to) - h \\ &= (5800 + 3000) - 3700 \\ &= 5090 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\ &= \sqrt{(5090)^2 + (7440)^2} \\ &= 9015 \text{ mm} \end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 1 – stacking 2

$$\theta = 67^{\circ} \quad \sin \theta = 0,8686$$

$$\beta = 13^{\circ} \quad \cos \beta = 0,979$$

menurut hukum keseimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_c.(x.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta)}{W_c.\cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb}.r. - W_d.R.}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F.\sin 67^{\circ}$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,8686$$

$$= 1610504,788 \text{ N}$$

$$- \text{Berat liftingarm } (W_c) = 130000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat toplift frame } (W_s) = 71000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat container } (W_{\text{container}}) = 410000 \text{ N}$$

- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 240000$$

$$= 481000 \text{ N}$$

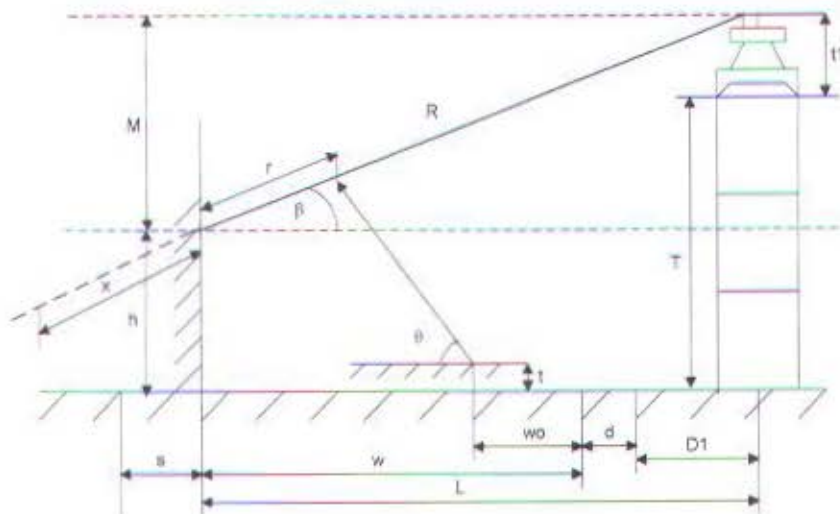
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1610504,788.2,5 - 481000.9,015}{130000}$$

$$x = \frac{4026261,97 - 4336331,8}{130000}$$

$$x = -2,385 \text{ m}$$

4.2.3 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 1 – Stacking 3



Gambar 4.4 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 3

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.4):

W	= 6000 mm	T1	= 8700 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 1990 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700 mm	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned}L &= W - s + (d + D1) \\&= 6000 - 1300 + (750 + 1990) \\&= 7440 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned}M &= (T1 + to) - h \\&= (8700 + 3000) - 3700 \\&= 7990 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned}R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\&= \sqrt{(7990)^2 + (7440)^2} \\&= 10900 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 1 – stacking 3

$$\theta = 65^{\circ} \quad \sin \theta = 0,852$$

$$\beta = 47^{\circ} \quad \cos \beta = 0,7396$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_c.(x.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta)}{W_c.\cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb}.r. - W_d.R.}{W_c}$$

$$\begin{aligned} - F_{vb} &= F.\sin 65^{\circ} \\ &= 1854138,6 \text{ N} \times 0,852 \\ &= 1579726,087 \text{ N} \end{aligned}$$

- Berat liftingarm (W_c) = 130000 N
- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat container ($W_{\text{container}}$) = 240000N
- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 240000$$

$$= 311000 \text{ N}$$

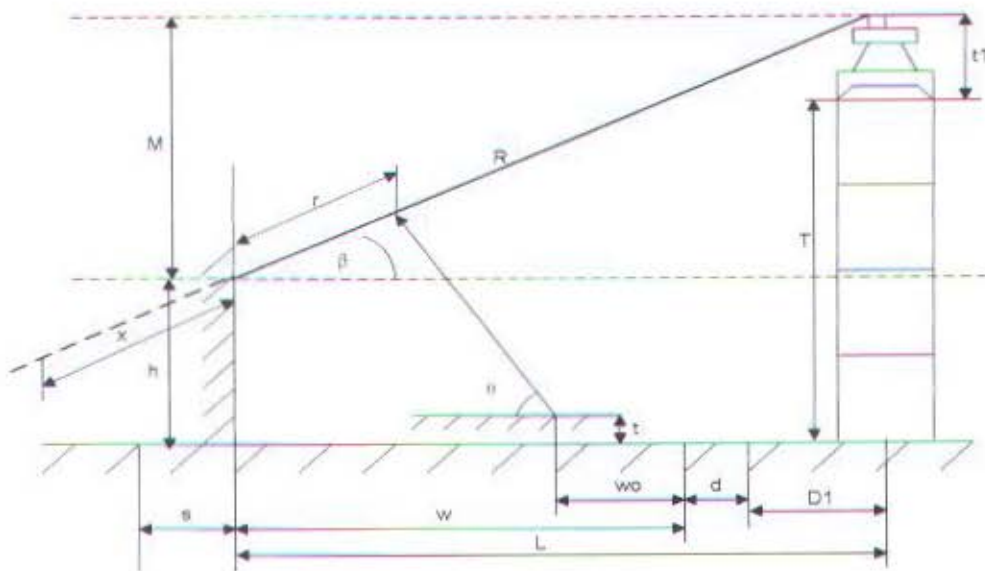
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1579726,2,5 - 481000 \cdot 10,9}{130000}$$

$$x = \frac{3949315,218 - 5250268,4}{130000}$$

$$x = -10,01 \text{ m}$$

4.2.4 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 1 – Stacking 4



Gambar 4.5 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 4

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.5):

$$W = 6000 \text{ mm}$$

$$T1 = 11600 \text{ mm}$$

$$s = 1300 \text{ mm}$$

$$to = 3000 \text{ mm}$$

$$d = 750 \text{ mm}$$

$$wo = 1000 \text{ mm}$$

$$D1 = 1990 \text{ mm}$$

$$t = 1300 \text{ mm}$$

$$h = 3700 \text{ mm}$$

$$r = 2500 \text{ mm}$$

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$L = W - s + (d + D1)$$

$$= 6000 - 1300 + (750 + 1990)$$

$$= 7440 \text{ mm}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$M = (T1 + to) - h$$

$$= (11600 + 3000) - 3700$$

$$= 10900 \text{ mm}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$R = \sqrt{M^2 + L^2}$$

$$= \sqrt{(10900)^2 + (7440)^2}$$

$$= 13200 \text{ mm}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 1 – stacking 4

$$\theta = 63^{\circ} \quad \sin \theta = 0,835$$

$$\beta = 56^{\circ} \quad \cos \beta = 0,637$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{vb}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_c.(x.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta)}{W_c.\cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb}.r. - W_d.R.}{W_c}$$

$$\begin{aligned} - F_{vb} &= F.\sin 63^{\circ} \\ &= 1854138,6 \text{ N} \times 0,835 \\ &= 1548205,731 \text{ N} \end{aligned}$$

- Berat liftingarm (W_c) = 130000 N
- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat container ($W_{\text{container}}$) = 410000N
- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 481000 \text{ N}$$

$$x = \frac{1548205,731.0,25 - 481000.13,2}{130000}$$

$$x = \frac{3870514,328 - 6340871,1}{130000}$$

Gambar 4.6 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 1 – Stacking 5

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.6):

W	= 6000 mm	T1	= 14500 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 1990 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700 mm	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned}L &= W - s + (d + D1) \\&= 6000 - 1300 + (750 + 1990) \\&= 7440 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned}M &= (T1 + to) - h \\&= (14500 + 3000) - 3700 \\&= 13800 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned}R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\&= \sqrt{(13800)^2 + (7440)^2} \\&= 15700 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 1 – stacking 5

$$\theta = 61^{\circ} \quad \sin \theta = 0,818$$

$$\beta = 62^{\circ} \quad \cos \beta = 0,562$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{vb} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta)}{W_c \cdot \cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb} \cdot r - W_d \cdot R}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F \cdot \sin 61^{\circ}$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,818$$

$$= 1516685,375 \text{ N}$$

$$\text{- Berat liftingarm (} W_c \text{)} = 130000 \text{ N}$$

$$\text{- Berat toplift frame (} W_s \text{)} = 71000 \text{ N}$$

$$\text{- Berat container (} W_{\text{container}} \text{)} = 300000 \text{ N}$$

- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 300000$$

$$= 371000 \text{ N}$$

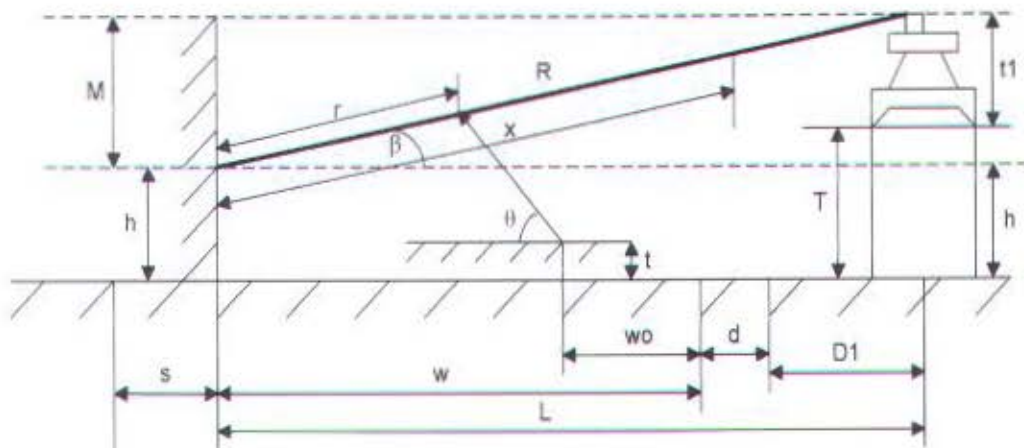
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1516685,375 \cdot 0,25 - 371000 \cdot 15,7}{130000}$$

$$x = \frac{3791713,437 - 5809337}{130000}$$

$$x = -15,52 \text{ m}$$

4.2.6 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 2 – Stacking 1



Gambar 4.7 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 1

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.7):

$$W = 6000 \text{ mm} \quad T1 = 2900 \text{ mm}$$

$$s = 1300 \text{ mm} \quad to = 3000 \text{ mm}$$

$$d = 750 \text{ mm} \quad wo = 1000 \text{ mm}$$

$$D1 = 3840 \text{ mm} \quad t = 1300 \text{ mm}$$

$$h = 3700 \text{ mm} \quad r = 2500 \text{ mm}$$

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned} L &= W - s + (d + D1) \\ &= 6000 - 1300 + (750 + 3840) \\ &= 9290 \text{ mm} \end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned} M &= (T1 + to) - h \\ &= (2900 + 3000) - 3700 \\ &= 2200 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\ &= \sqrt{(2200)^2 + (9290)^2} \\ &= 9500 \text{ mm} \end{aligned}$$



dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 2 – stacking 1

$$\theta = 67^{\circ} \quad \sin \theta = 0,868$$

$$\beta = 13^{\circ} \quad \cos \beta = 0,979$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_c.(x.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta)}{W_c.\cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb}.r. - W_d.R.}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F.\sin 67^{\circ}$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,868$$

$$= 1609392,305 \text{ N}$$

$$- \text{Berat liftingarm } (W_c) = 130000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat toplift frame } (W_s) = 71000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat container } (W_{\text{container}}) = 240000 \text{ N}$$

- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 240000$$

$$= 311000 \text{ N}$$

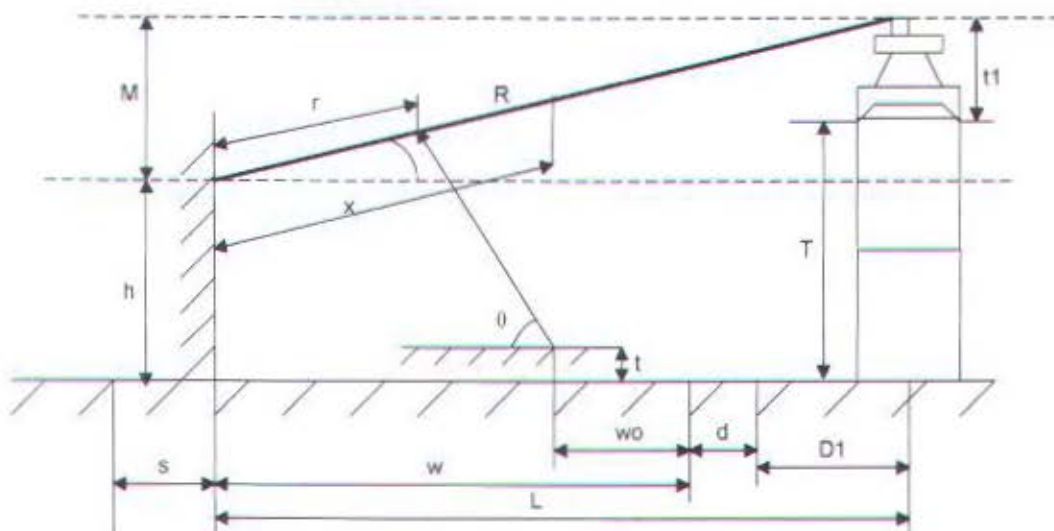
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1609392,305 \cdot 0,25 - 311000 \cdot 9,5}{130000}$$

$$x = \frac{4023480,762 - 2968786,309}{130000}$$

$$x = 8,113 \text{ m}$$

4.2.7 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 2 – Stacking 2



Gambar 4.8 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 2

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.8):

$$W = 6000 \text{ mm} \qquad T1 = 5800 \text{ mm}$$

$$s = 1300 \text{ mm} \qquad to = 3000 \text{ mm}$$

$$d = 750 \text{ mm} \qquad wo = 1000 \text{ mm}$$

$$D1 = 3840 \text{ mm} \qquad t = 1300 \text{ mm}$$

$$h = 3700 \text{ mm} \qquad r = 2500 \text{ mm}$$

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned} L &= W - s + (d + D1) \\ &= 6000 - 1300 + (750 + 3840) \\ &= 9290 \text{ mm} \end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned} M &= (T1 + to) - h \\ &= (5800 + 3000) - 3700 \\ &= 5090 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\ &= \sqrt{(5090)^2 + (9290)^2} \\ &= 10600 \text{ mm} \end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 2 – stacking 2

$$\theta = 67^{\circ} \quad \sin \theta = 0,868$$

$$\beta = 29^{\circ} \quad \cos \beta = 0,898$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_c.(x.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta)}{W_c.\cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb}.r. - W_d.R.}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F.\sin 67^{\circ}$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,868$$

$$= 1609392,305 \text{ N}$$

- Berat liftingarm (W_c) = 130000 N

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N

- Berat container ($W_{\text{container}}$) = 240000 N

$$\begin{aligned} \text{- Berat beban (Wd)} &= W_s + W_{\text{container}} \\ &= 71000 + 240000 \\ &= 311000 \text{ N} \end{aligned}$$

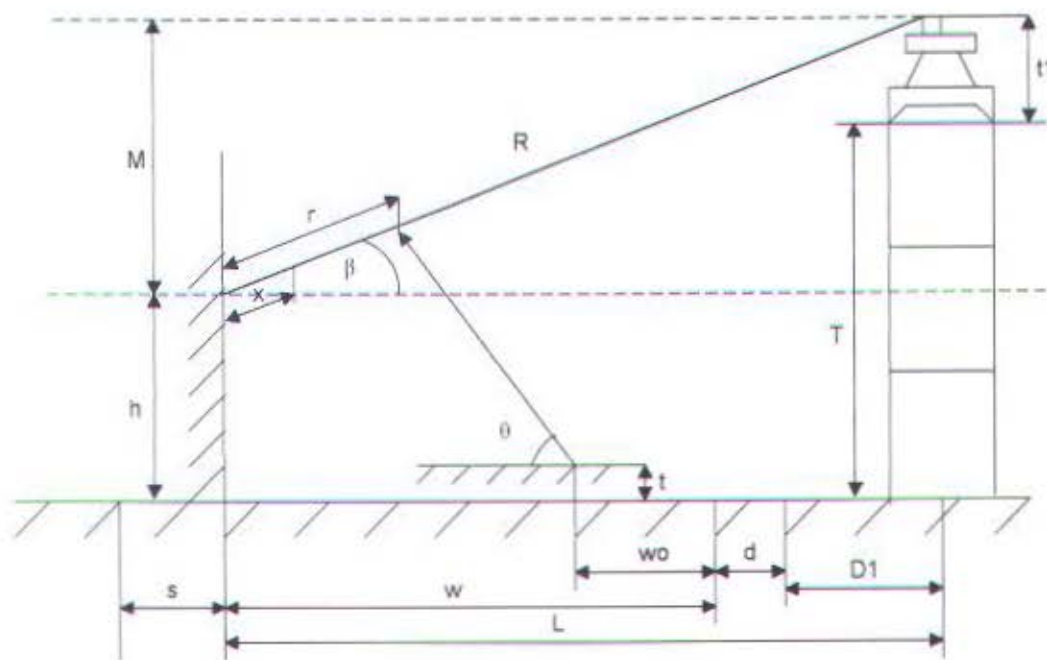
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1609392,305.0,25 - 311000.10,6}{130000}$$

$$x = \frac{4023480,762 - 3294620}{130000}$$

$$x = 5,6066 \text{ m}$$

4.2.8 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 2 – Stacking 3



Gambar 4.9 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 3

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.9):

W	= 6000 mm	T1	= 8700 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 3840 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700 mm	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned}L &= W - s + (d + D1) \\&= 6000 - 1300 + (750 + 3840) \\&= 9290 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned}M &= (T1 + to) - h \\&= (8700 + 3000) - 3700 \\&= 8000 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned}R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\&= \sqrt{(8000)^2 + (9290)^2} \\&= 12300 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 2 – stacking 3

$$\theta = 66^\circ \quad \sin \theta = 0,8607$$

$$\beta = 41^\circ \quad \cos \beta = 0,7996$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{vb}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_c.(x.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_d.(R.\cos \beta)}{W_c.\cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb}.r. - W_d.R.}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F.\sin 66^\circ$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,8607$$

$$= 1594559,196 \text{ N}$$

- Berat liftingarm (W_c) = 130000 N
- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat container ($W_{\text{container}}$) = 240000 N

- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 240000$$

$$= 311000 \text{ N}$$

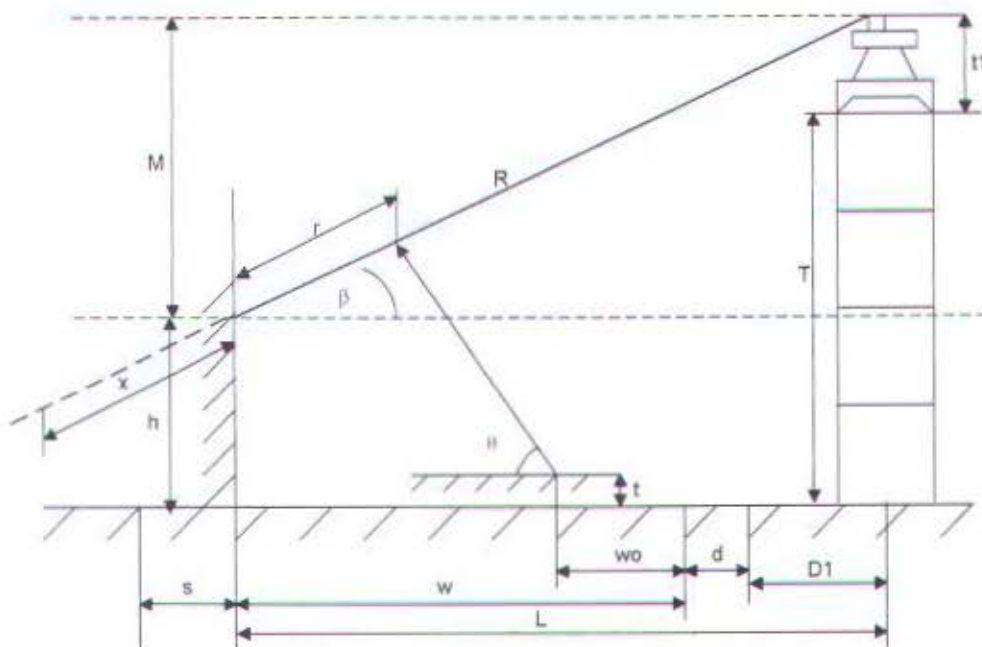
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1594559,196 \cdot 0,25 - 311000 \cdot 12,3}{130000}$$

$$x = \frac{3986397,99 - 3810159}{130000}$$

$$x = 1,3557 \text{ m}$$

4.2.9 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 2 – Stacking 4



Gambar 4.10 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 2 – Stacking 4

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.10):

W	= 6000 mm	T1	= 11600 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 3840 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700 mm	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned}L &= W - s + (d + D1) \\&= 6000 - 1300 + (750 + 3840) \\&= 9290 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned}M &= (T1 + to) - h \\&= (11600 + 3000) - 3700 \\&= 10900 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned}R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\&= \sqrt{(10900)^2 + (9290)^2} \\&= 14300 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 2 – stacking 4

$$\theta = 64^{\circ} \quad \sin \theta = 0,844$$

$$\beta = 50^{\circ} \quad \cos \beta = 0,707$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta)}{W_c \cdot \cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb} \cdot r - W_d \cdot R}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F \cdot \sin 64^{\circ}$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,844$$

$$= 1564892,978 \text{ N}$$

$$- \text{Berat liftingarm } (W_c) = 130000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat toplift frame } (W_s) = 71000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat container } (W_{\text{container}}) = 240000 \text{ N}$$



- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 240000$$

$$= 311000 \text{ N}$$

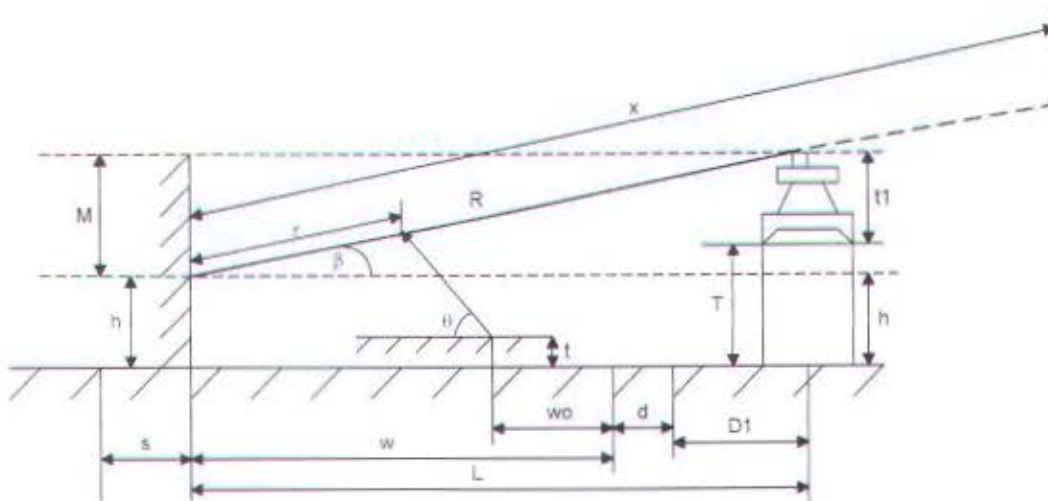
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1564892,978 \cdot 0,25 - 311000 \cdot 14,3}{130000}$$

$$x = \frac{3912232,446 - 4449948,8}{130000}$$

$$x = - 4,13628 \text{ m}$$

4.2.10 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 3 – Stacking 1



Gambar 4.11 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 3 – Stacking 1

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.11):

W	= 6000 mm	T1	= 2900 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 6340 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700 mm	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned} L &= W - s + (d + D1) \\ &= 6000 - 1300 + (750 + 6340) \\ &= 11790 \text{ mm} \end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned} M &= (T1 + to) - h \\ &= (2900 + 3000) - 3700 \\ &= 2200 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\ &= \sqrt{(2200)^2 + (11790)^2} \\ &= 12000 \text{ mm} \end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 3 – stacking 1

$$\theta = 67^\circ \quad \sin \theta = 0,8686$$

$$\beta = 11^\circ \quad \cos \beta = 0,985$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{vb} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta)}{W_c \cdot \cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb} \cdot r - W_d \cdot R}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F \cdot \sin 67^\circ$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,8686$$

$$= 1609392,305 \text{ N}$$

$$- \text{Berat liftingarm } (W_c) = 130000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat toplift frame } (W_s) = 71000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat container } (W_{\text{container}}) = 110000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{- Berat beban (Wd)} &= W_s + W_{\text{container}} \\ &= 71000 + 110000 \\ &= 181000 \text{ N} \end{aligned}$$

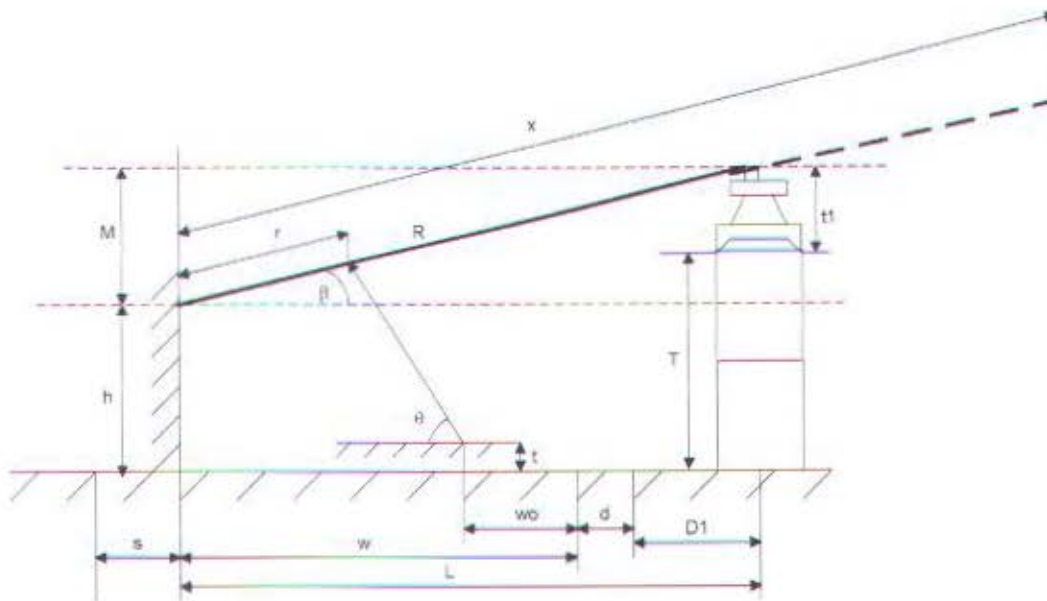
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1609392,305.0,25 - 181000.12}{130000}$$

$$X = \frac{4023480,762 - 2170679}{130000}$$

$x = 14,252 \text{ m}$

4.2.11 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 3 – Stacking 2



Gambar 4.12 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 3 – Stacking 2

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.12):

W	= 6000 mm	T1	= 5800 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 6340 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700 mm	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned}L &= W - s + (d + D1) \\&= 6000 - 1300 + (750 + 6340) \\&= 11790 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned}M &= (T1 + to) - h \\&= (5800 + 3000) - 3700 \\&= 5100 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned}R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\&= \sqrt{(5800)^2 + (11790)^2} \\&= 12800 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 3 – stacking 2

$$\theta = 67^\circ \quad \sin \theta = 0,8686$$

$$\beta = 24^\circ \quad \cos \beta = 0,93$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 4.2)

$$F_{vb} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta)}{W_c \cdot \cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb} \cdot r - W_d \cdot R}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F \cdot \sin 67^\circ$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,8686$$

$$= 1609392,305 \text{ N}$$

- Berat liftingarm (W_c) = 130000 N
- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat container ($W_{\text{container}}$) = 110000 N

- Berat beban (W_d) = $W_s + W_{\text{container}}$

$$= 71000 + 110000$$

$$= 181000 \text{ N}$$

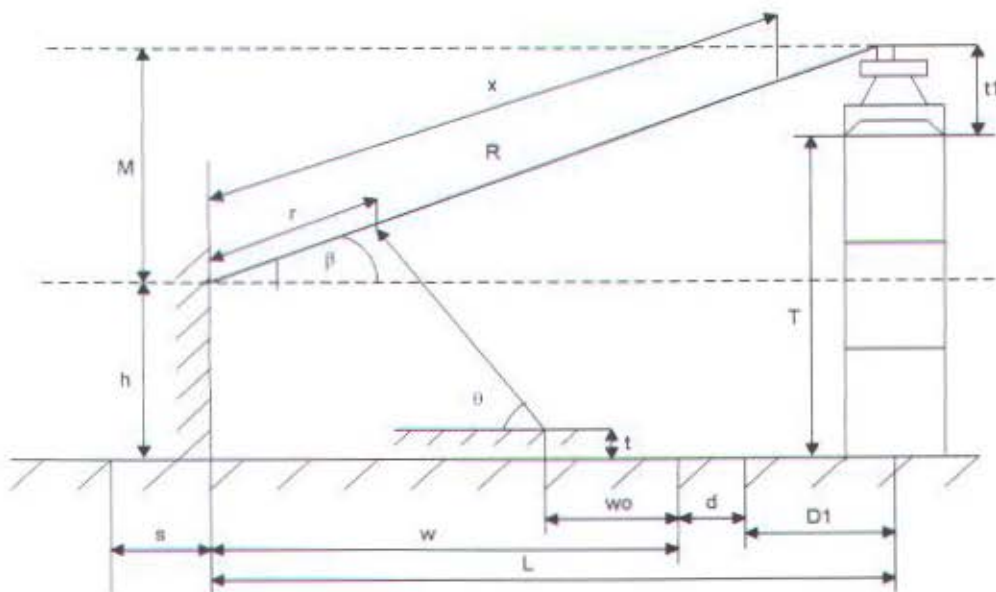
Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1609392,305 \cdot 0,25 - 181000 \cdot 12,8}{130000}$$

$$x = \frac{4023480,762 - 2324459,4}{130000}$$

$$x = 13,0694 \text{ m}$$

4.2.12 Titik Berat Liftingarm Posisi Row 3 – Stacking 3



Gambar 4.13 Letak Titik Berat Liftingarm Saat Posisi Beban Row 3 – Stacking 3

Data – data hasil pengukuran (lihat gambar 4.13):

W	= 6000 mm	T1	= 8700 mm
s	= 1300 mm	to	= 3000 mm
d	= 750 mm	wo	= 1000 mm
D1	= 6340 mm	t	= 1300 mm
h	= 3700 mm	r	= 2500 mm

Jarak horizontal engsel ke centerline beban (L) :

$$\begin{aligned}L &= W - s + (d + D1) \\&= 6000 - 1300 + (750 + 6340) \\&= 11790 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk mencari panjang liftingarm (R) terlebih dahulu kita tentukan jarak vertical engsel ujung depan liftingarm (M), besarnya M adalah:

$$\begin{aligned}M &= (T1 + to) - h \\&= (8700 + 3000) - 3700 \\&= 8000 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka panjang liftingarm (R) adalah:

$$\begin{aligned}R &= \sqrt{M^2 + L^2} \\&= \sqrt{(8000)^2 + (11790)^2} \\&= 14200 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari penggambaran dengan skala penuh didapatkan besarnya sudut yang dibentuk oleh liftingarm dan lifting cylinder pada saat beban posisi row 3 – stacking 3

$$\theta = 67^{\circ} \quad \sin \theta = 0,8686$$

$$\beta = 34^{\circ} \quad \cos \beta = 0,93$$

menurut hukum kesetimbangan benda tegar untuk gerak rotasi $\Sigma M = 0$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. (gambar 3.3)

$$F_{vb} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

Titik berat dari liftingarm adalah:

$$x = \frac{F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_d \cdot (R \cdot \cos \beta)}{W_c \cdot \cos \beta}$$

$$x = \frac{F_{vb} \cdot r - W_d \cdot R}{W_c}$$

$$- F_{vb} = F \cdot \sin 67^{\circ}$$

$$= 1854138,6 \text{ N} \times 0,8686$$

$$= 1609392,305 \text{ N}$$

$$- \text{Berat liftingarm } (W_c) = 130000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat toplift frame } (W_s) = 71000 \text{ N}$$

$$- \text{Berat container } (W_{\text{container}}) = 110000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Berat beban (Wd)} &= W_s + W_{\text{container}} \\
 &= 71000 + 110000 \\
 &= 181000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka jarak titik berat liftingarm terhadap engsel :

$$x = \frac{1609392,305 \cdot 0,25 - 181000 \cdot 14,2}{130000}$$

$$x = \frac{4023480,762 - 2577548,6}{130000}$$

$$x = 11,1225 \text{ m}$$

4.3 Perhitungan Beban Penyeimbang (W_a) Reach Stacker

Fungsi dari beban penyeimbang pada Reach Stacker adalah untuk memberikan gaya reaksi pada reach stacker saat mengangkat beban agar reach stacker tetap pada kondisi normal / tidak terjungkir.

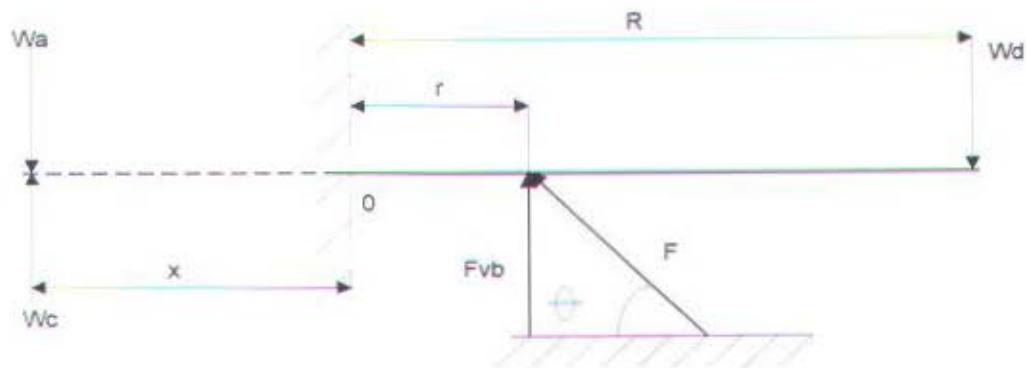
Penentuan beban penyeimbang diambil pada saat reach stacker meraih/mengangkat beban terberat dan titik berat terpanjang, yaitu pada kondisi reach stacker mengangkat beban row 1 – stacking 4.

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik 0. (lihat gambar 4..14)

$$W_b \cdot x - W_c \cdot x - F_{vb} \cdot r + W_d \cdot R = 0$$

$$W_b \cdot x = F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_d \cdot R$$

$$W_a = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_d \cdot R}{x}$$



Gambar 4.43 Sistem Keseimbangan Pada Reach Stacker

- W_a = Gaya/beban penyeimbang reach stacker
- x = Jarak titik berat liftingarm terhadap engsel
 $= -19,0027 \text{ m}$
- r = Jarak horizontal sisi atas lifting cylinder terhadap engsel
 $= 2,5 \text{ m}$
- F_{vb} = Gaya hidrolik dari lifting cylinder ($F_{dinamis} \times \sin \theta$)
 $= F \cdot \sin 63^\circ$
 $= 1854138,6 \text{ N} \times 0,835$
 $= 1548205,731 \text{ N}$
- W_c = Berat dari liftingarm
 $= 130000 \text{ N}$



- W_d = Berat beban yang diangkat (Berat toplift frame + Berat container)

$$= W_s + W_{\text{contain}}$$

$$= 71000 + 410000$$

$$= 481000 \text{ N}$$

Maka Gaya penyeimbang (W_a)

$$W_a = \frac{1548205,731 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (-19,0027) - 4810000 \cdot 13,2}{-19,0027}$$

$$W_a = \frac{3870514,3 + 2470356,731 - 6340871,1}{-19,0027}$$

$$W_a = 260000 \text{ N}$$

4.4 Perhitungan Daya Angkat Reach Stacker Pada Kondisi Normal

4.4.1 Posisi Row 1-Stacking 1

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N

- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N

- Jarak titik berat x = 2,27 m

- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6 \text{ N}$

- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$

$\beta = 16^\circ$ $\cos \beta = 0,96$

$$\begin{aligned}
 - F_{yb} &= F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta \\
 &= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8686 \\
 &= 1610504,788 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.15

$$F_{ya} \cdot 0 - F_{yb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{yb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) = 0$$

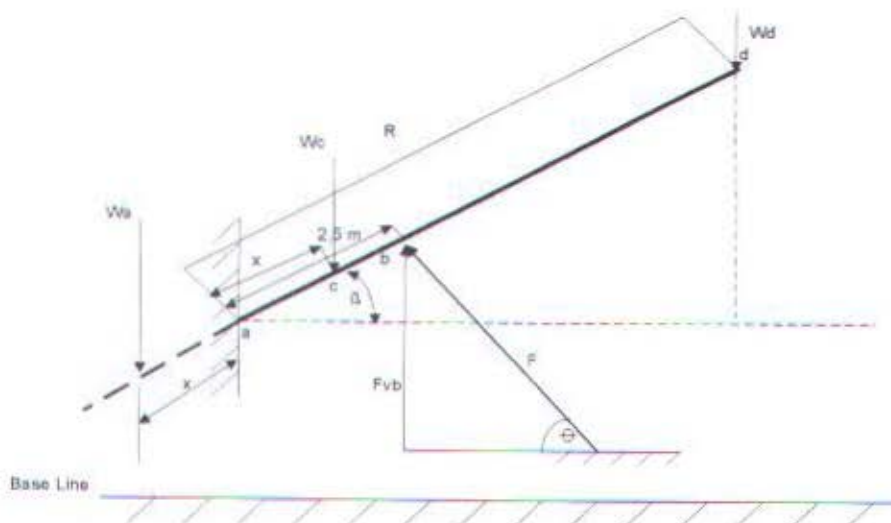
$$W_d = \frac{F_{yb} \cdot r \cdot \cos \beta + W_a \cdot x_2 \cdot \cos \beta - W_c \cdot x_1 \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{yb} \cdot r + W_a \cdot x_2 - W_c \cdot x_1}{R}$$

$$W_d = \frac{1610504,788 \cdot 2,5 + 260000 \cdot 2,27 - 130000 \cdot 2,27}{7,8}$$

$$W_d = \frac{4026261,97 + 295100 - 590200}{7,8}$$

$$= 480992,3753 \text{ N}$$



Gambar 4.15 Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row I-Stacking 1

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 1 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 4809992,3753 - 71000 \\ &= 409992 / 10000 \\ &= 40,999 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.2 Posisi Row 1-Stacking 2

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
 - Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
 - Jarak titik berat $x = -2,385 \text{ m}$
 - $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6 \text{ N}$
 - $\theta = 67^\circ \quad \sin \theta = 0,8686$
 - $\beta = 34^\circ \quad \cos \beta = 0,86$
 - Panjang Liftingarm (R) = 9,015 m
 - $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $$\begin{aligned} &= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8686 \\ &= 1610504,788 \text{ N} \end{aligned}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.16

$$F_{vb} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = 0$$

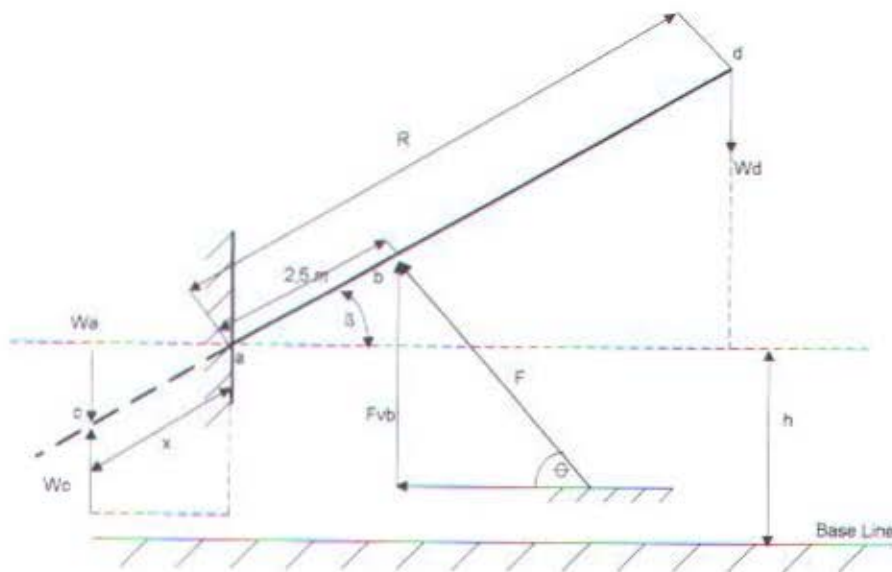
$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x \cdot \cos \beta + W_c \cdot x \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_a \cdot x}{R}$$

$$W_d = \frac{1610504,788 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (-2,385) - 260000 \cdot (-2,385)}{9,015}$$

$$W_d = \frac{4026261,97 - 310050 + 620100}{9,015}$$

$$= 480997,8012 \text{ N}$$



Gambar 4.16 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 2

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 2 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 480997,8012 - 71000 \\ &= 409997,8 / 10000 \\ &= 40,9997 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.3 Posisi Row 1-Stacking 3

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = -10$ m
- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6$ N
- $\theta = 65^\circ$ $\sin \theta = 0,8526$
- $\beta = 47^\circ$ $\cos \beta = 0,86$
- Panjang Liftingarm (R) = 10,915 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8526$
- $= 1580838,57 \text{ N}$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a, pada gambar 4.17

$$F_{vb}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x_1.\cos \beta) + W_a.(x_2.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_a.(x_2.\cos \beta) + W_c.(x_1.\cos \beta) = 0$$

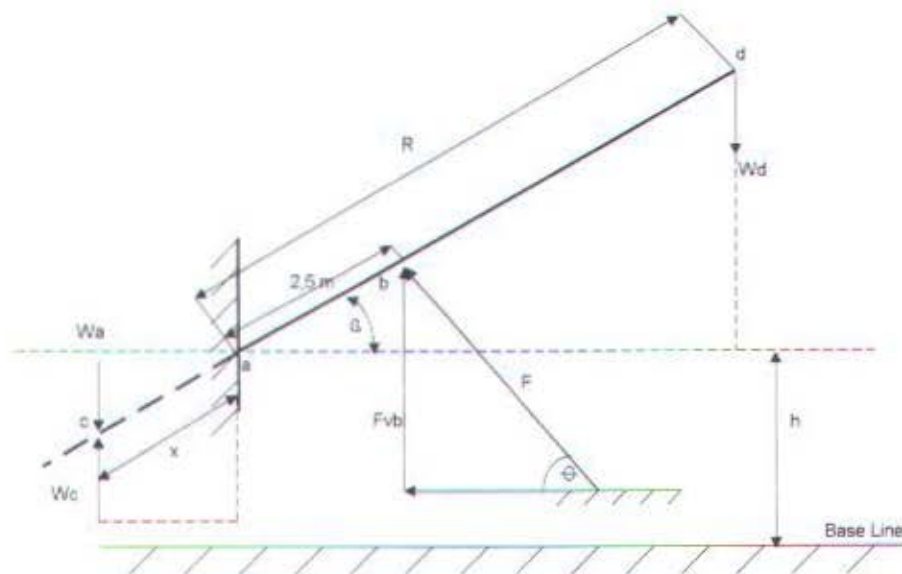
$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_a.x_2.\cos \beta + W_c.x_1.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x_1 - W_a.x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1580838,57.2,5 + 130000.(-10) - 260000.(-10)}{10,915}$$

$$W_d = \frac{3952096,426 - 1300000 + 2600000}{10,915}$$

$$= 481286,5715 \text{ N}$$



Gambar 4.17 Gaya-Gaya Yag bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 3

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 3 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 481286,5715 - 71000 \\ &= 410286,57 / 10000 \\ &= 41,0286 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.4 Posisi Row 1-Stacking 4

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = -19$ m
- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6$ N
- $\theta = 63^\circ$ $\sin \theta = 0,836$
- $\beta = 56^\circ$ $\cos \beta = 0,6374$
- Panjang Liftingarm (R) = 13,2 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,836$
- $= 1548205,731 \text{ N}$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.18

$$F_{vb}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x.\cos \beta) + W_a.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_a.(x.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) = 0$$

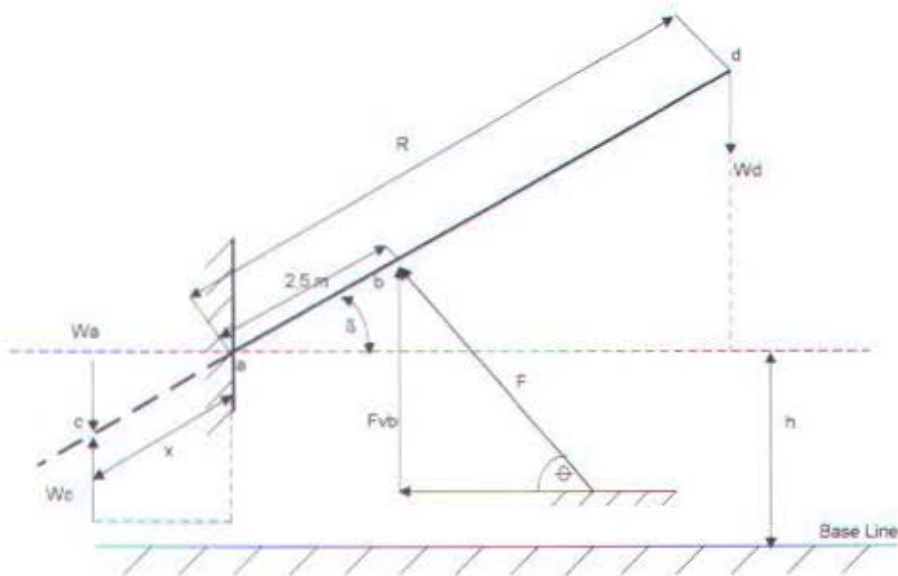
$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_a.x.\cos \beta + W_c.x.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x - W_a.x}{R}$$

$$W_d = \frac{1548205,731..2,5 + 130000.(-19) - 260000.(-19)}{13,2}$$

$$W_d = \frac{3870514,328 - 2470000 + 4940000}{13,2}$$

$$= 480999,5653 \text{ N}$$



Gambar 4.18 Gaya-Gaya Yang bekerja Pada Posisi Row 1 – Stacking 4

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 4 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 480999,5653 - 71000 \\ &= 40999,5653 / 10000 \\ &= 40,9999 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.5 Posisi Row 1-Stacking 5

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
 - Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
 - Jarak titik berat $x = -15,52 \text{ m}$
 - $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6 \text{ N}$
 - $\theta = 61^\circ \quad \sin \theta = 0,818$
 - $\beta = 62^\circ \quad \cos \beta = 0,562$
 - Panjang Liftingarm (R) = 13,8 m
 - $F_{xb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $$\begin{aligned} &= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,818 \\ &= 1516685,375 \text{ N} \end{aligned}$$

Gambar 4.19 Gaya-Gaya Yang Bekeja Pada Posisi Row 1 – Stacking 5

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 5 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 370998,4407 - 71000 \\ &= 299998,44 / 10000 \\ &= 29,999 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.6 Posisi Row 2-Stacking 1

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = 8,2$ m
- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6$ N
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 13^\circ$ $\cos \beta = 0,97$
- Panjang Liftingarm (R) = 9,5 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8686$
- $= 1610504,788 \text{ N}$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.20

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x_1.\cos \beta) + W_b.(x_2.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_b.(x_2.\cos \beta) + W_c.(x_1.\cos \beta) = 0$$

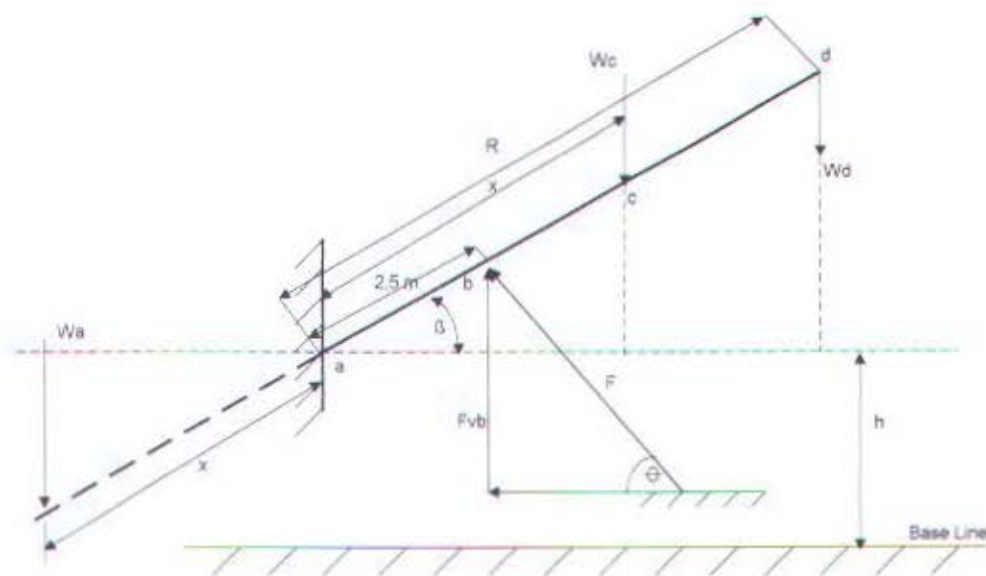
$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_b.x_2.\cos \beta + W_c.x_1.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x_1 - W_b.x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1610504,788.2,5 + 130000.8,2 - 260000.8,2}{9,546}$$

$$W_d = \frac{4026261,97 + 1066000 - 2132000}{9,546}$$

$$= 311332,6715 \text{ N}$$



Gambar 4.20 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 1

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 1 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 311332,6715 - 71000 \\ &= 240332,67/10000 \\ &= 24,0332 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.7 Posisi Row 2-Stacking 2

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = 5,6$ m
- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6$ N
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 29^\circ$ $\cos \beta = 0,898$
- Panjang Liftingarm (R) = 10,6 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8686$
- $= 1610504,788 \text{ N}$

Gambar 4.21 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 2

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 2 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 310607,4509 - 71000 \\ &= 239607,45 / 10000 \\ &= 23,9607 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.8 Posisi Row 2-Stacking 3

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
 - Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
 - Jarak titik berat $x = 1,3557 \text{ m}$
 - $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6 \text{ N}$
 - $\theta = 66^\circ \quad \sin \theta = 0,86$
 - $\beta = 41^\circ \quad \cos \beta = 0,78$
 - Panjang Liftingarm (R) = 12,3 m
 - $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $$\begin{aligned} &= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,86 \\ &= 1594559,196 \text{ N} \end{aligned}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.22

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x_1.\cos \beta) + W_a.(x_2.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) + W_c.(x_1.\cos \beta) - W_a.(x_2.\cos \beta) = 0$$

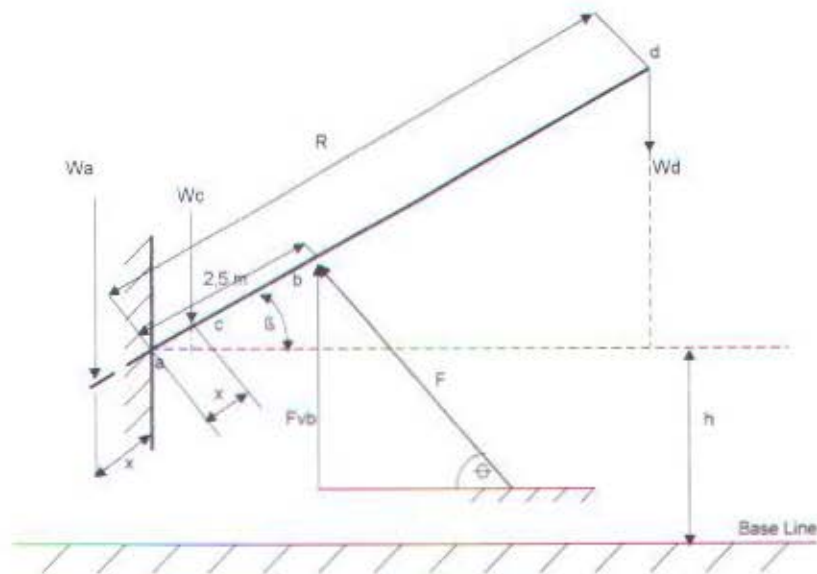
$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_c.x_1.\cos \beta + W_a.x_2.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x_1 - W_a.x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1594559,196.2,5 + 130000.1,3557 - 260000.1,3557}{12,3}$$

$$W_d = \frac{3986397,99 + 175500 - 351000}{12,3}$$

$$= 311000,9329 \text{ N}$$



Gambar 4.22 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 3

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 3 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 311000,9329 - 71000 \\ &= 240000,93 / 10000 \\ &= 24,00 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.9 Posisi Row 2-Stacking 4

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
 - Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
 - Jarak titik berat $x = -4,13628 \text{ m}$
 - $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6 \text{ N}$
 - $\theta = 64^\circ \quad \sin \theta = 0,844$
 - $\beta = 50^\circ \quad \cos \beta = 0,64$
 - Panjang Liftingarm (R) = 14,309 m
 - $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $$= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,844$$
- $$= 1564892,978 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.23

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x.\cos \beta) + W_a.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_a.(x.\cos \beta) + W_c.(x.\cos \beta) = 0$$

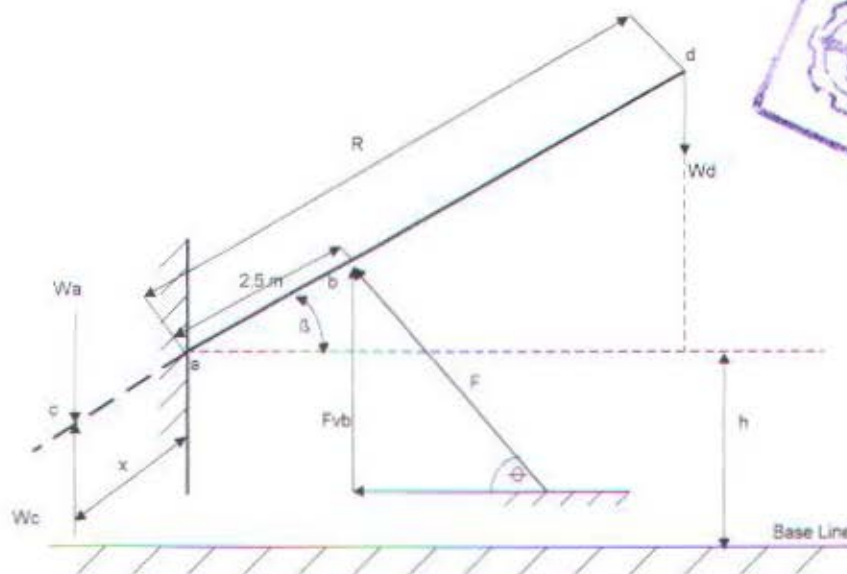
$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_a.x.\cos \beta + W_c.x.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x - W_a.x}{R}$$

$$W_d = \frac{1564892,978.2,5 + 130000.(-4,13628) - 260000.(-4,13628)}{14,3}$$

$$W_d = \frac{3912232,446 - 533000 + 1066000}{14,3}$$

$$= 310997,4589 \text{ N}$$



Gambar 4.23 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 2 – Stacking 4



W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 4 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 310997,4589 - 71000 \\ &= 239997,46 / 10000 \\ &= 23,9997 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.10 Posisi Row 3-Stacking 1

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = 14,252 \text{ m}$
- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6 \text{ N}$
- $\theta = 67^\circ \quad \sin \theta = 0,8686$
 $\beta = 11^\circ \quad \cos \beta = 0,985$
- Panjang Liftingarm (R) = 12 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
 $= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8686$
 $= 1610504,788 \text{ N}$

Gambar 4.24 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 3 – Stacking 1

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 3 – stacking 1 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 181257,0616 - 71000 \\ &= 110257,06 / 10000 \\ &= 11,0257 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.11 Posisi Row 3-Stacking 2

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = 13,0694$ m
- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6$ N
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 24^\circ$ $\cos \beta = 0,985$
- Panjang Liftingarm (R) = 12,8 m
- $F_{xb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8686$
- $= 1610504,788 \text{ N}$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.25

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x_1.\cos \beta) + W_a.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x_1.\cos \beta) + W_a.(x.\cos \beta) = 0$$

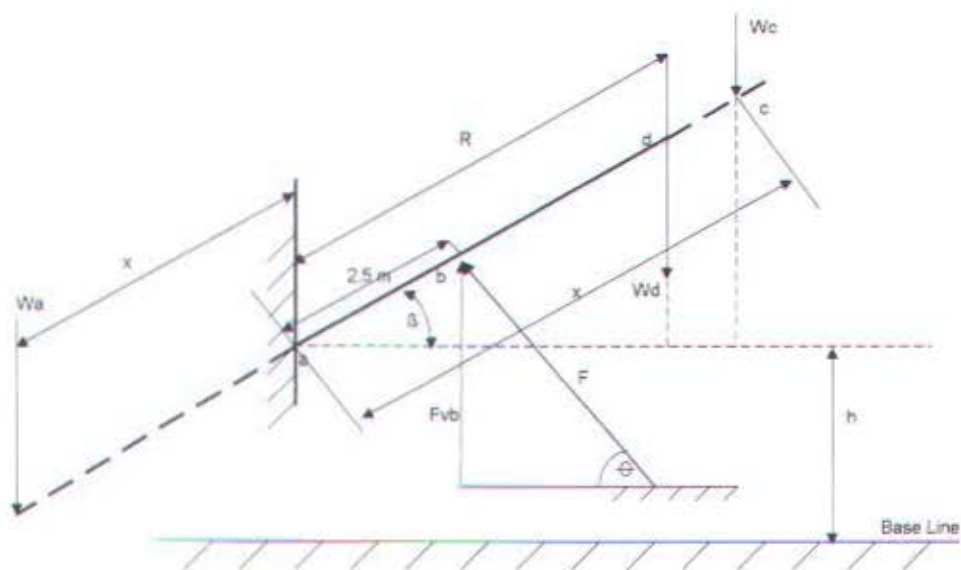
$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_c.x.\cos \beta + W_a.x.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x - W_a.x}{R}$$

$$W_d = \frac{1610504,788.2,5 + 130000.(13,096) - 260000.(13,096)}{12,8}$$

$$W_d = \frac{4026261,97 + 1854520 - 3395600}{12,8}$$

$$= 193428,7086 \text{ N}$$



Gambar 4.25 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 3 – Stacking 2

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 3 – stacking 2 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 193428,7086 - 71000 \\ &= 118428,71 / 10000 \\ &= 11,8428 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.4.12 Posisi Row 3-Stacking 3

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat x = 11,1225 m
- $F_{\text{dinamis}} = 1854138,6 \text{ N}$
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 34^\circ$ $\cos \beta = 0,985$
- Panjang Liftingarm (R) = 12,2 m
- $F_{yb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $= 1854138,6 \text{ N} \cdot 0,8686$
- $= 1610504,788 \text{ N}$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.26

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x.\cos \beta) + W_a.(x.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_a.(x.\cos \beta) + W_c.(x_1.\cos \beta) = 0$$

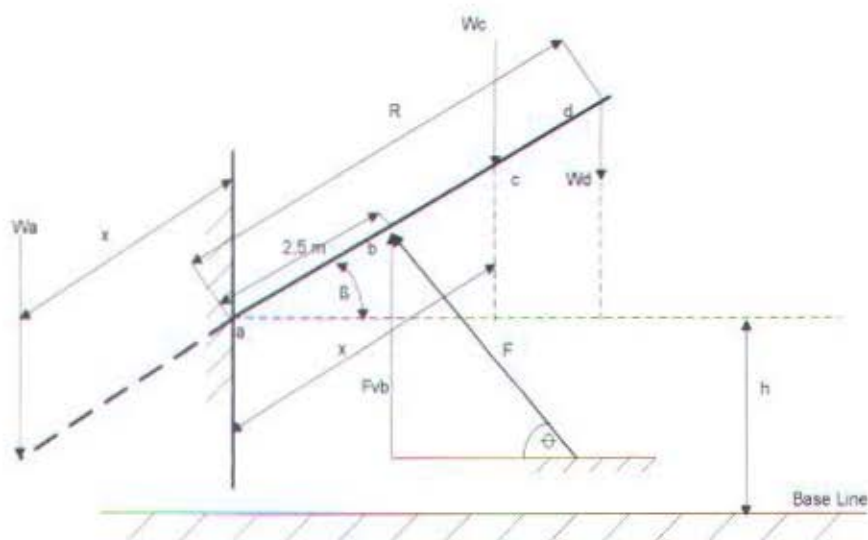
$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_a.x.\cos \beta + W_c.x.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x - W_a.x}{R}$$

$$W_d = \frac{1610504,788.2,5 + 130000.11,1225 - 260000.11,1225}{14,2}$$

$$W_d = \frac{4026261,97 + 1445600 - 2891200}{14,2}$$

$$= 170081,4555 \text{ N}$$



Gambar 4.26 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Posisi Row 3 – Stacking 3

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 3 – stacking 3 adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{container}} &= W_d - W_s \\ &= 170081,4555 - 71000 \\ &= 99081,46 / 10000 \\ &= 9,9081 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.5 Perhitungan Gaya Dorong Lifting Cylinder Akibat Adanya Kebocoran

- besarnya gaya dorong lifting cylinder sisi kanan adalah:

$$\begin{aligned} F_{\text{kanan}} &= P \times \frac{1}{4} \pi \phi^2 & P &= 140 \text{ bar} = 14000000 \text{ N/m}^2 \\ &= 14 \cdot 10^6 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,27)^2 \\ &= 801171 \text{ N} \end{aligned}$$

- besarnya gaya dorong lifting cylinder sisi kiri adalah:

$$\begin{aligned} F_{\text{kiri}} &= P \times \frac{1}{4} \pi \phi^2 & P &= 180 \text{ bar} = 18000000 \text{ N/m}^2 \\ &= 18 \cdot 10^6 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,27)^2 \end{aligned}$$

$$= 1030077 \text{ N}$$

Maka total gaya dorong static dari kedua lifting cylinder adalah :

$$F_{\text{total}} = F_{\text{kanan}} + F_{\text{kiri}}$$

$$= 801171 \text{ N} + 1030077 \text{ N}$$

$$= 1831248 \text{ N}$$

karena adanya gesekan antara seal – seal yang ada pada tabung cylinder maka dorong dynamic dari lifting cylinder adalah:

$$F_{\text{total}} = 1831248 \text{ N} \times 0,9$$

$$= 1648123,2 \text{ N}$$

4.6 Perhitungan Daya Angkat Reach Stacker Setelah Terjadi Kebocoran

4.6.1 Posisi Row 1-Stacking 1

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = 2,27 \text{ m}$
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2 \text{ N}$
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 16^\circ$ $\cos \beta = 0,96$
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8686$$

$$= 1431559,812 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.15

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta + W_a \cdot x_2 \cdot \cos \beta - W_c \cdot x_1 \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_a \cdot x_2 - W_c \cdot x_1}{R}$$

$$W_d = \frac{1431559,812 \cdot 2,5 + 260000 \cdot 2,27 - 130000 \cdot 2,27}{7,8}$$

$$W_d = \frac{3578899,529 + 295100 - 590200}{7,8}$$

$$= 427846,7085 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 1 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 427846,7085 - 71000$$

$$= 356846,71 / 10000$$

$$= 35,68 \text{ Ton} \approx 35 \text{ Ton}$$

4.6.2 Posisi Row 1-Stacking 2

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = -2,385$ m
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2$ N
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 34^\circ$ $\cos \beta = 0,86$
- Panjang Liftingarm (R) = 9,015 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
 $= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8686$
 $= 1431559,812 \text{ N}$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.16

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x_c \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x_a \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x_a \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x_c \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x_a \cdot \cos \beta + W_c \cdot x_c \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x_c - W_a \cdot x_a}{R}$$

$$W_d = \frac{1431559,812 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (-2,385) - 260000 \cdot (-2,385)}{9,015}$$

$$W_d = \frac{3578899,529 - 310050 + 620100}{9,015}$$

$$= 425823,1984 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 2 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 425823,1984 - 71000$$

$$= 354823,20 / 10000$$

$$= 35,48 \text{ Ton} \approx 35 \text{ Ton}$$

4.6.3 Posisi Row 1-Stacking 3

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = -10 \text{ m}$
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2 \text{ N}$
- $\theta = 65^\circ$ $\sin \theta = 0,8526$
- $\beta = 47^\circ$ $\cos \beta = 0,86$
- Panjang Liftingarm (R) = 10,915 m
- $F_{\text{vh}} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$
- $= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8526$

$$= 1405189,84 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.17

$$F_{va}.0 - F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_c.(x_1.\cos \beta) + W_a.(x_2.\cos \beta) + W_d.(R.\cos \beta) = 0$$

$$W_d.(R.\cos \beta) = F_{vb}.(r.\cos \beta) - W_a.(x_2.\cos \beta) + W_c.(x_1.\cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r.\cos \beta - W_a.x_2.\cos \beta + W_c.x_1.\cos \beta}{R.\cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb}.r + W_c.x_1 - W_a.x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1405189,84.2,5 + 1300000.(-10) - 2600000.(-10)}{10,915}$$

$$W_d = \frac{3512974,601 - 31300000 + 26000000}{10,915}$$

$$= 442296,532 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 3 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 442296,532 - 71000$$

$$= 371296,53/10000$$

$$= 37,1296 \text{ Ton} \approx 37 \text{ Ton}$$

4.6.4 Posisi Row 1-Stacking 4

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = -19$ m
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2$ N
- $\theta = 63^\circ$ $\sin \theta = 0,836$
- $\beta = 56^\circ$ $\cos \beta = 0,6374$
- Panjang Liftingarm (R) = 13,2 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,836$$

$$= 1376182,872 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.18

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x \cdot \cos \beta + W_c \cdot x \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_a \cdot x}{R}$$

$$W_d = \frac{1376182,872 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (-19) - 260000 \cdot (-19)}{13,2}$$

$$W_d = \frac{3440457,18 - 2470000 + 4940000}{13,2}$$

$$= 448350,0575 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 4 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 448350,0575 - 71000$$

$$= 377350,06 / 10000$$

$$= 37,735 \text{ Ton} \approx 37 \text{ Ton}$$

4.6.5 Posisi Row 1-Stacking 5

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = -15,52 \text{ m}$
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2 \text{ N}$
- $\theta = 61^\circ$ $\sin \theta = 0,818$
- $\beta = 62^\circ$ $\cos \beta = 0,562$
- Panjang Liftingarm (R) = 13,8 m
- $F_{\text{vh}} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$



$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,818$$

$$= 1348164,778 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.19

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x_2 \cdot \cos \beta + W_c \cdot x_1 \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x_1 - W_a \cdot x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1348164,778 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (-15,52) - 260000 \cdot (-15,52)}{15,7}$$

$$W_d = \frac{3370411,944 - 2017600 + 4035200}{15,7}$$

$$= 344092,99 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 1 – stacking 5 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 344092,99 - 71000$$

$$= 273092,99 / 10000$$

$$= 27,31 \text{ Ton} \approx 27 \text{ Ton}$$

4.6.6 Posisi Row 2-Stacking 1

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat x = 8,2 m
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2$ N
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 13^\circ$ $\cos \beta = 0,97$
- Panjang Liftingarm (R) = 9,5 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8686$$

$$= 1431559,812 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.20

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x \cdot \cos \beta + W_c \cdot x \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_a \cdot x}{R}$$

$$W_d = \frac{1431559,812 \cdot 2,5 + 130000 \cdot 8,2 - 260000 \cdot 8,2}{19,5}$$

$$W_d = \frac{3578899,529 + 1066000 - 2132000}{19,5}$$

$$= 263242,8448 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 1 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 263242,8448 - 71000$$

$$= 192242,84 / 10000$$

$$= 19,22 \text{ Ton} \approx 19 \text{ Ton}$$

4.6.7 Posisi Row 2-Stacking 2

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = 5,6 \text{ m}$
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2 \text{ N}$
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 29^\circ$ $\cos \beta = 0,898$
- Panjang Liftingarm (R) = 10,6 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8686$$

$$= 1431559,812 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.21

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta)$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta + W_c \cdot x_1 \cdot \cos \beta - W_a \cdot x_2 \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x_1 - W_a \cdot x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1431559,812 \cdot 2,5 + 130000 \cdot 5,6 - 260000 \cdot 5,6}{10,6}$$

$$W_d = \frac{3578899,529 + 728000 - 1456000}{19,5}$$

$$= 269114,3808 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 2 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 269114,3808 - 71000$$

$$= 198114,38 / 10000$$

$$= 19,811 \text{ Ton} \approx 19 \text{ Ton}$$

4.6.8 Posisi Row 2-Stacking 3

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat x = 1,3557 m
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2$ N
- $\theta = 66^\circ$ $\sin \theta = 0,86$
- $\beta = 41^\circ$ $\cos \beta = 0,78$
- Panjang Liftingarm (R) = 12,3 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,86$$

$$= 1417385,952 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.22

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x \cdot \cos \beta + W_c \cdot x \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_a \cdot x}{R}$$

$$W_d = \frac{1417385,952 \cdot 2,5 + 130000 \cdot 1,3557 - 260000 \cdot 1,3557}{12,3}$$

$$W_d = \frac{3543464,88 + 175500 - 351000}{12,3}$$

$$= 274906,4274 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 3 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 274906,4274 - 71000$$

$$= 203906 / 10000$$

$$= 20,3906 \text{ Ton} \approx 20 \text{ Ton}$$

4.6.9 Posisi Row 2-Stacking 4

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = -4,13628 \text{ m}$
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2 \text{ N}$
- $\theta = 64^\circ$ $\sin \theta = 0,844$
- $\beta = 50^\circ$ $\cos \beta = 0,64$
- Panjang Liftingarm (R) = 14,309 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,844$$

$$= 1391015,981 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.23

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x_2 \cdot \cos \beta + W_c \cdot x_1 \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x_1 - W_a \cdot x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1391015,981 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (-4,13628) - 260000 \cdot (-4,13628)}{14,3}$$

$$W_d = \frac{3477539,952 - 533000 + 1066000}{14,3}$$

$$= 280290,4 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 2 – stacking 4 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 280290,3988 - 71000$$

$$= 209290,3988 / 10000$$

$$= 20,9 \text{ Ton} \approx 20 \text{ Ton}$$

4.6.10 Posisi Row 3-Stacking 1

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat x = 14,252 m
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2$ N
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
 $\beta = 11^\circ$ $\cos \beta = 0,985$
- Panjang Liftingarm (R) = 12 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8686$$

$$= 1431559,812 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.24

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x \cdot \cos \beta + W_c \cdot x \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_a \cdot x}{R}$$

$$W_d = \frac{1431559,812 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (14,252) - 260000 \cdot (14,252)}{12}$$

$$W_d = \frac{3578899,529 + 1852500 - 3705000}{12}$$

$$= 143954,1726 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 3 – stacking 1 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 143954,1726 - 71000$$

$$= 72954,17 \text{ 10000}$$

$$= 7,2954 \text{ Ton} \approx 7 \text{ Ton}$$

4.6.11 Posisi Row 3-Stacking 2

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat $x = 13,0694 \text{ m}$
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2 \text{ N}$
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 24^\circ$ $\cos \beta = 0,985$
- Panjang Liftingarm (R) = 12,8 m
- $F_{vb} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8686$$

$$= 1431559,812 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.25

$$F_{vb} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x_2 \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x_1 \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x_2 \cdot \cos \beta + W_c \cdot x_1 \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x_1 - W_a \cdot x_2}{R}$$

$$W_d = \frac{1431559,812 \cdot 2,5 + 130000 \cdot (13,096) - 260000 \cdot (13,096)}{12,8}$$

$$W_d = \frac{3578899,529 + 1854520 - 3395600}{12,8}$$

$$= 158680,0534 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 3 – stacking 2 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 158680,0534 - 71000$$

$$= 83680,0534 / 10000$$

$$= 8,368 \text{ Ton} \approx 8 \text{ Ton}$$

4.6.12 Posisi Row 3-Stacking 3

- Berat toplift frame (W_s) = 71000 N
- Berat Liftingarm (W_c) = 130000 N
- Jarak titik berat x = 11,1225 m
- $F_{\text{dinamis}} = 1648123,2$ N
- $\theta = 67^\circ$ $\sin \theta = 0,8686$
- $\beta = 34^\circ$ $\cos \beta = 0,985$
- Panjang Liftingarm (R) = 12,2 m
- $F_{vh} = F_{\text{dinamis}} \times \sin \theta$

$$= 1648123,2 \text{ N} \cdot 0,8686$$

$$= 1431559,812 \text{ N}$$

$\Sigma M = 0$, bila momen gaya dihitung pada titik a. pada gambar 4.26

$$F_{va} \cdot 0 - F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_c \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = 0$$

$$W_d \cdot (R \cdot \cos \beta) = F_{vb} \cdot (r \cdot \cos \beta) - W_a \cdot (x \cdot \cos \beta) + W_c \cdot (x \cdot \cos \beta)$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r \cdot \cos \beta - W_a \cdot x \cdot \cos \beta + W_c \cdot x \cdot \cos \beta}{R \cdot \cos \beta}$$

$$W_d = \frac{F_{vb} \cdot r + W_c \cdot x - W_a \cdot x}{R}$$

$$W_d = \frac{1431559,812 \cdot 2,5 + 130000 \cdot 11,1225 - 260000 \cdot 11,1225}{14,2}$$

$$W_d = \frac{3578899,529 + 1445600 - 2891200}{14,2}$$

$$= 164675,882 \text{ N}$$

W_d merupakan berat dari container dan liftingarm ($W_{\text{container}} + W_s$), maka berat container yang mampu diangkat oleh reach stacker pada posisi row 3 – stacking 3 adalah:

$$W_{\text{container}} = W_d - W_s$$

$$= 164675,882 - 71000$$

$$= 93675,88 / 10000$$

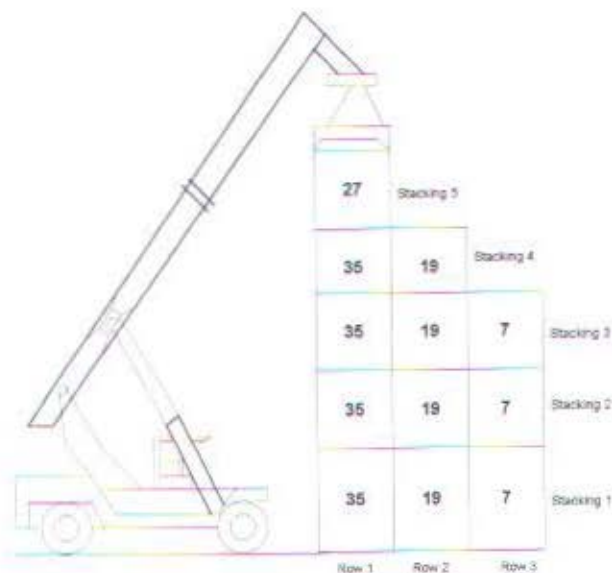
$$= 9,3676 \text{ Ton} \approx 9 \text{ Ton}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa data dan perhitungan yang telah dilakuakn pada bab IV dapat diambil kesimpulan bahwa kebocoran system pelumas pada reach stacker type DC4160-RS5 milik PT.Pelayaran Meratus terutama kebocoran pada main control valve dengan adanya penurunan tekanan hidrolik dari 180 bar menjadi 140 bar akan menyebabkan penurunan gaya dorong (thrust) dari lifting cylinder menjadi 1648123,2 N, akibat dari turunnya gaya dorong tersebut beban maksimum yang dapat diangkat oleh Reach Stacker menjadi :



Gambar 5.1 Susunan dan Daya Angkat Maksimum Reach Stacker Akibat kebocoran

	Row 1	Row 2	Row 3
Stacking 1	35 Ton	19 Ton	7 Ton
Stacking 2	35 Ton	19 Ton	7 Ton
Stacking 3	35 Ton	19 Ton	7 Ton
Stacking 4	35 Ton	19 Ton	-
Stacking 5	27 Ton	-	-

Tabel 5.1 Daya angkat Maksimum Reach Stacker Akibat Kebocoran

Kebocoran ini akan menyebabkan penurunan daya angkat maksimum Reach Stacker sebesar 14,6% dari daya angkat maksimum yaitu 41 Ton.

5.2 SARAN

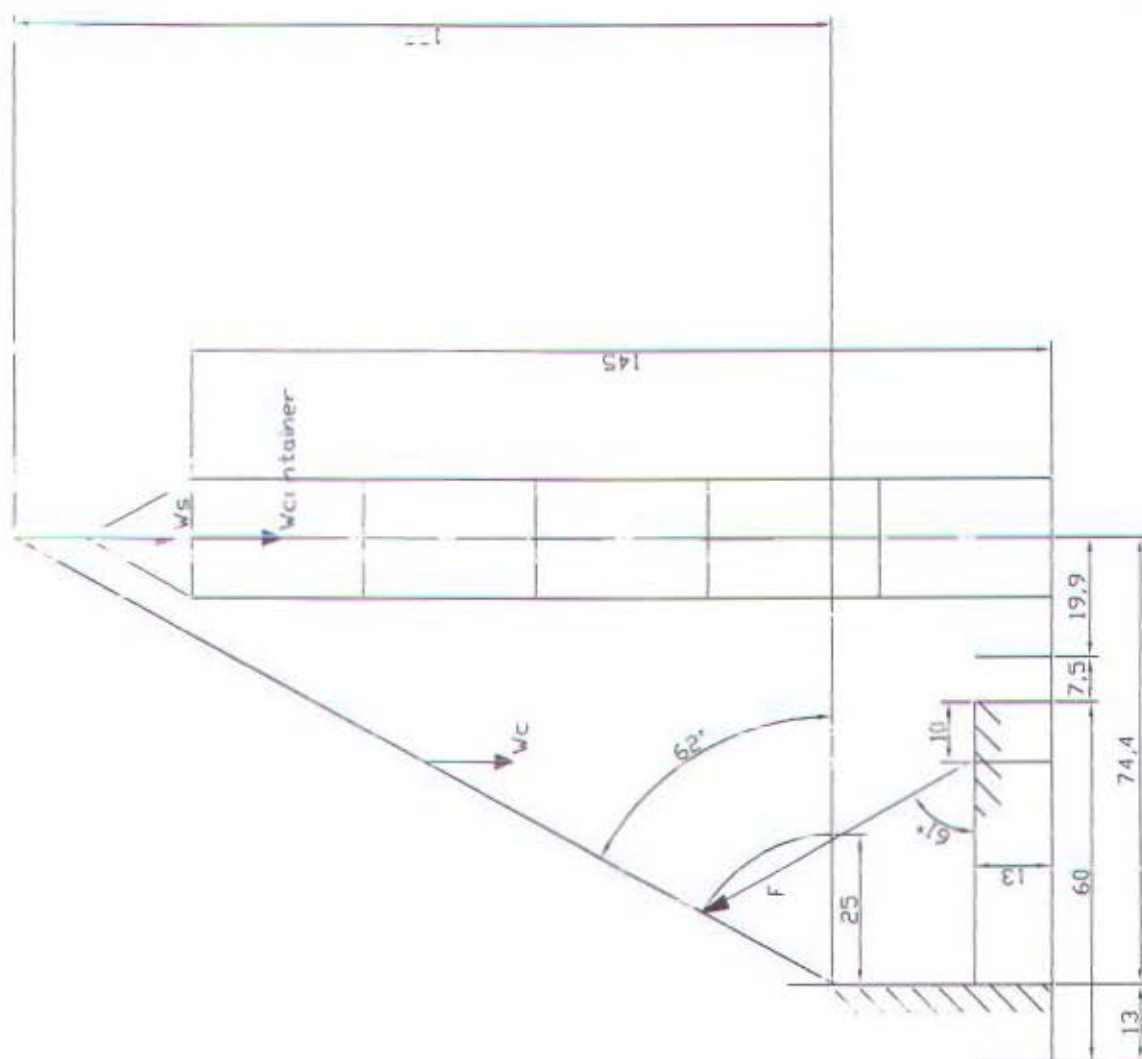
Untuk menghindari kebocoran oli hidrolik pada sistem terutama kebocoran luar, pipa – pipa penghubung (hosing) pada sistem hidrolik disarankan sebaiknya setelah dilakukan perbaikan sambungan – sambungan pada masing – masing port harus dipasang dengan dikeraskan sampai kebocoran itu berhenti, selain itu penataan pipa – pipa harus ditata secara rapi agar pada saat Reach Stacker beroperasi pipa tersebut tidak bersentuhan dengan poros tranmisi pada Reach Stacker yang menyebabkan pipa – pipa menjadi lecet dan tergores.

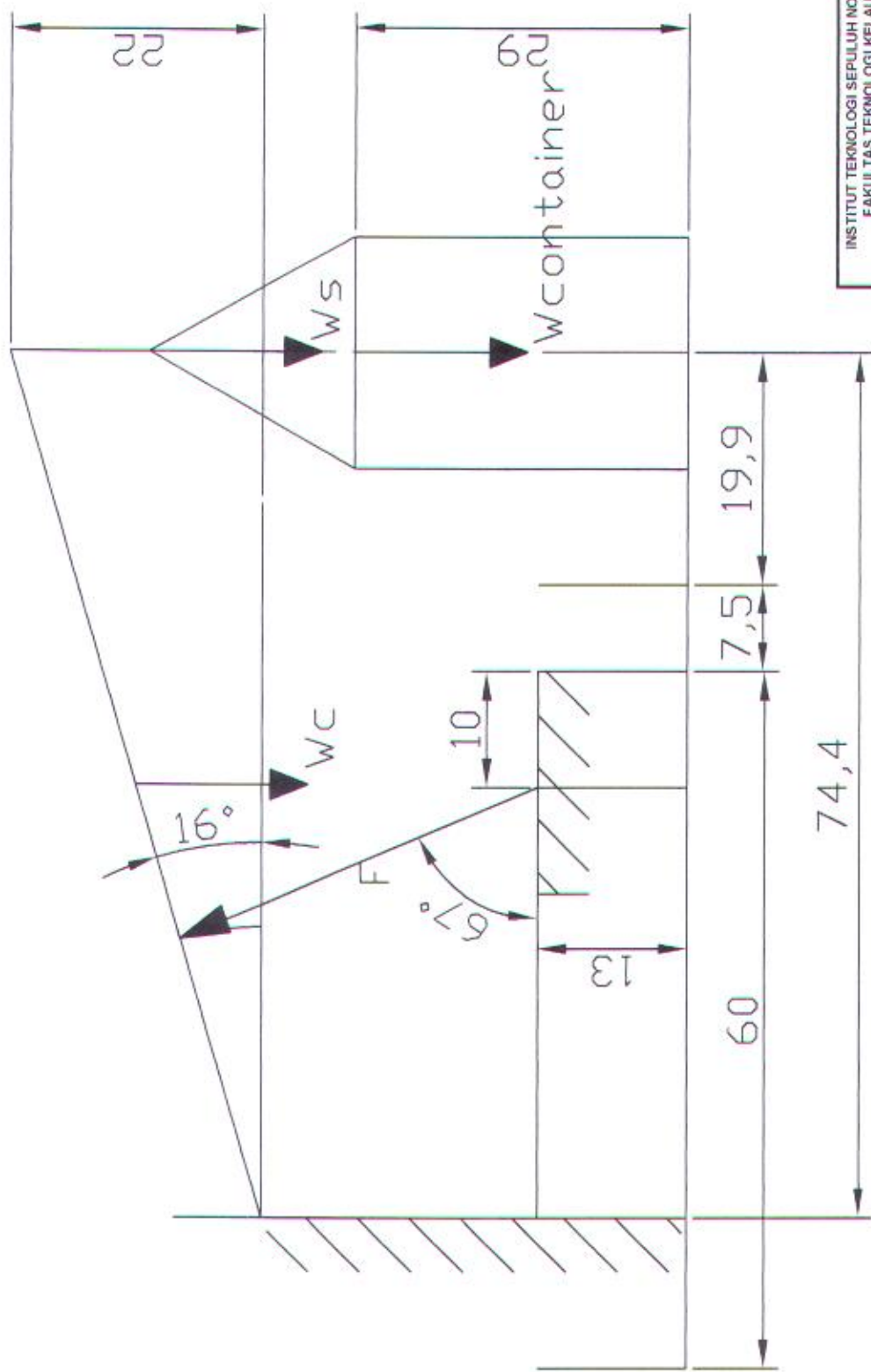
Dalam melakukan analisa sebaiknya pemodelan matematis dari system digambarkan sedetail mungkin untuk mendapatkan suatu hasil analisa yang valid.

DAFTAR PUSTAKA

1. Parr, Andrew, Msc. ,[2003], " *Hidrolika dan Pneumatika* ", Edisi Kedua, Penerbit Erlangga.
2. Pinches, Michael J, [1989], " *Power Hydraulic* ", Prentice Hall International (UK) Ltd.
3. Hartono,Sugi, Drs., [1988], " *Sistem Kontrol Dan Tenaga Hidrolik* ", Penerbit Tarsito Bandung.
4. Basic Mechanic Course IV [2002], " *Hydraulic System* ", Div.Alat – Alat Berat (AAB),PT. Pelayaran Meratus.
5. Timoshenko, S., Young,D.H [1987], " *Mekanika Teknik* " ,Edisi Keempat, Penerbit Erlangga..
6. Fitch,JR.Ernest C., [1966], " *Fluid Power and Control System* ", Mc.Graw – Hill Book Company.





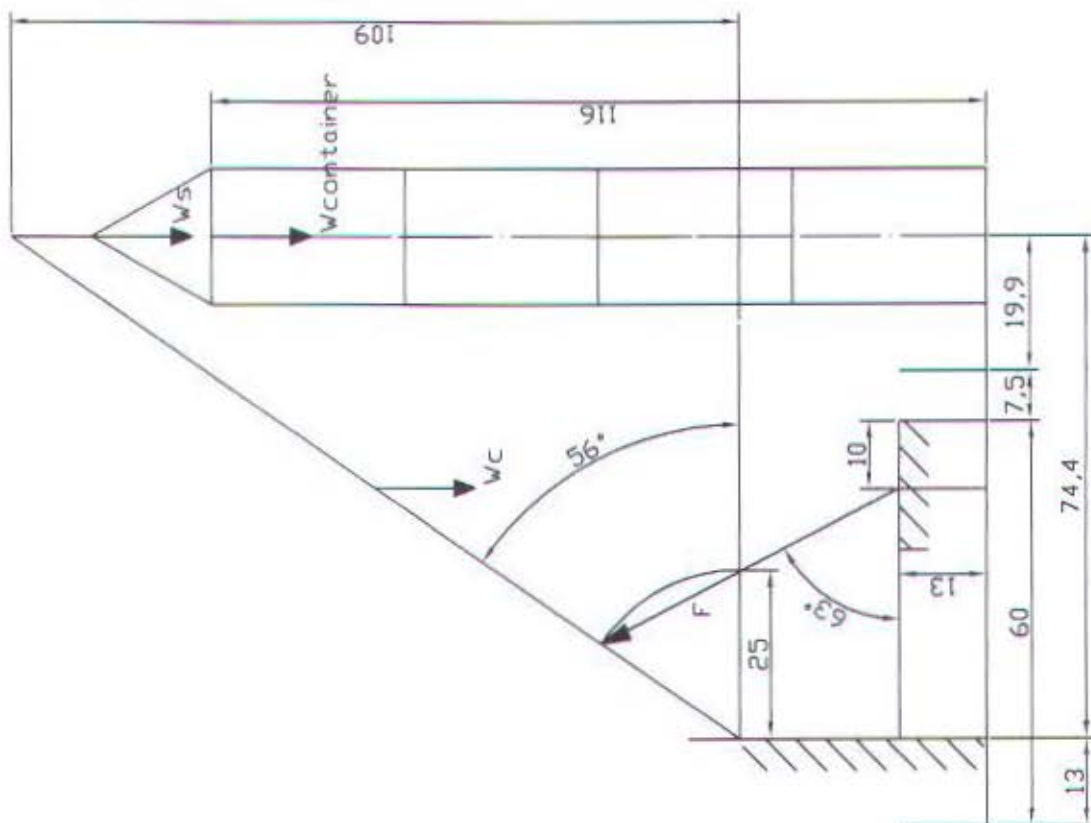


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

DC 4160-RS5

POSISI ROW 1 - STACKING 1

Skala	1 : 10	Termin	Tanggal
Dibuat Oleh :	Adrian Rizki		
Diajarkan oleh :	Markus B		
No : 4160 100 412			

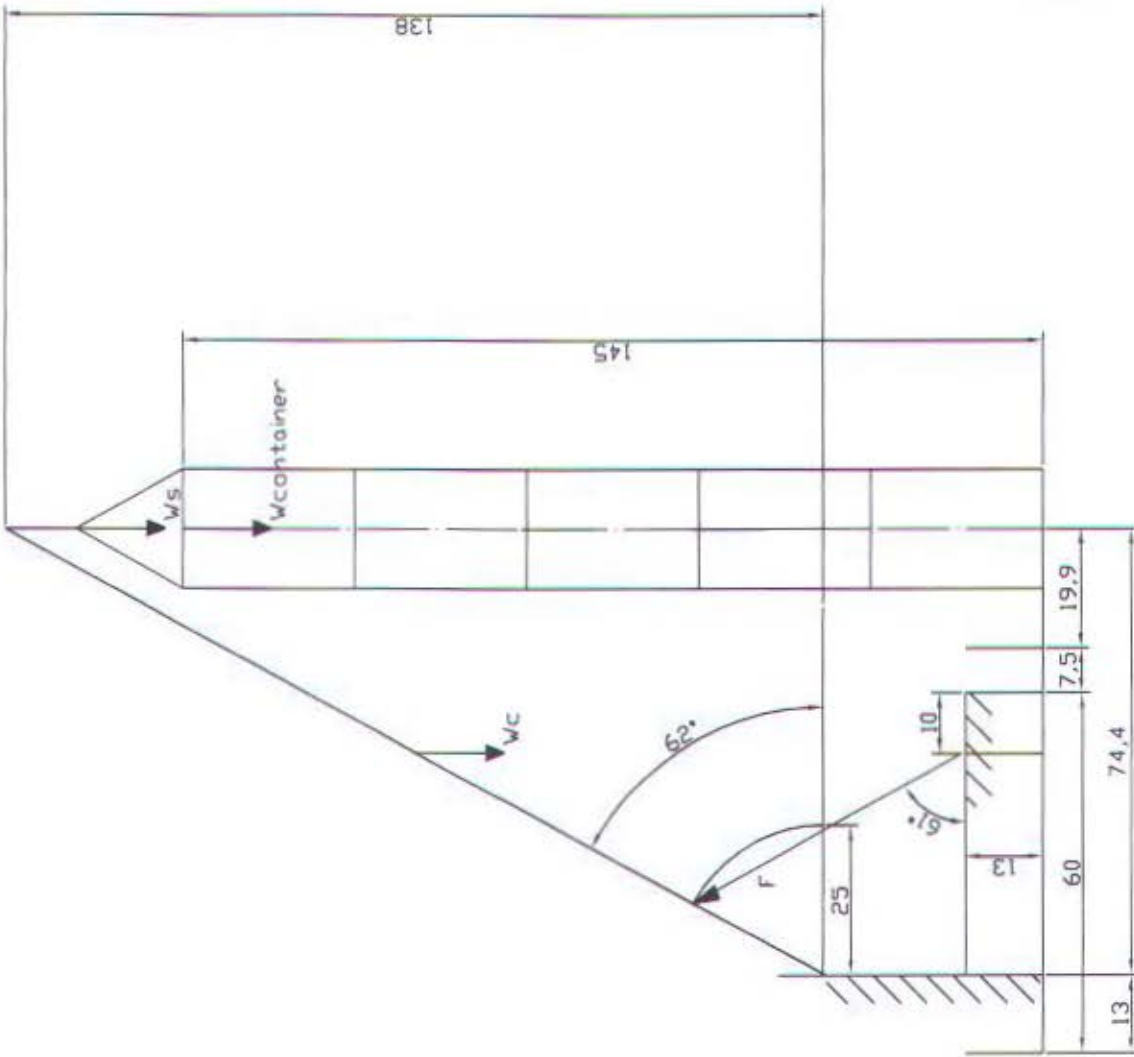


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

DC 4160-RS5

POSISI ROW 1 - STACKING 4

Disain	1.18	Revisi	1	Revisi	1
Disain	1.18	Revisi	1	Revisi	1
Disain	1.18	Revisi	1	Revisi	1
Disain	1.18	Revisi	1	Revisi	1



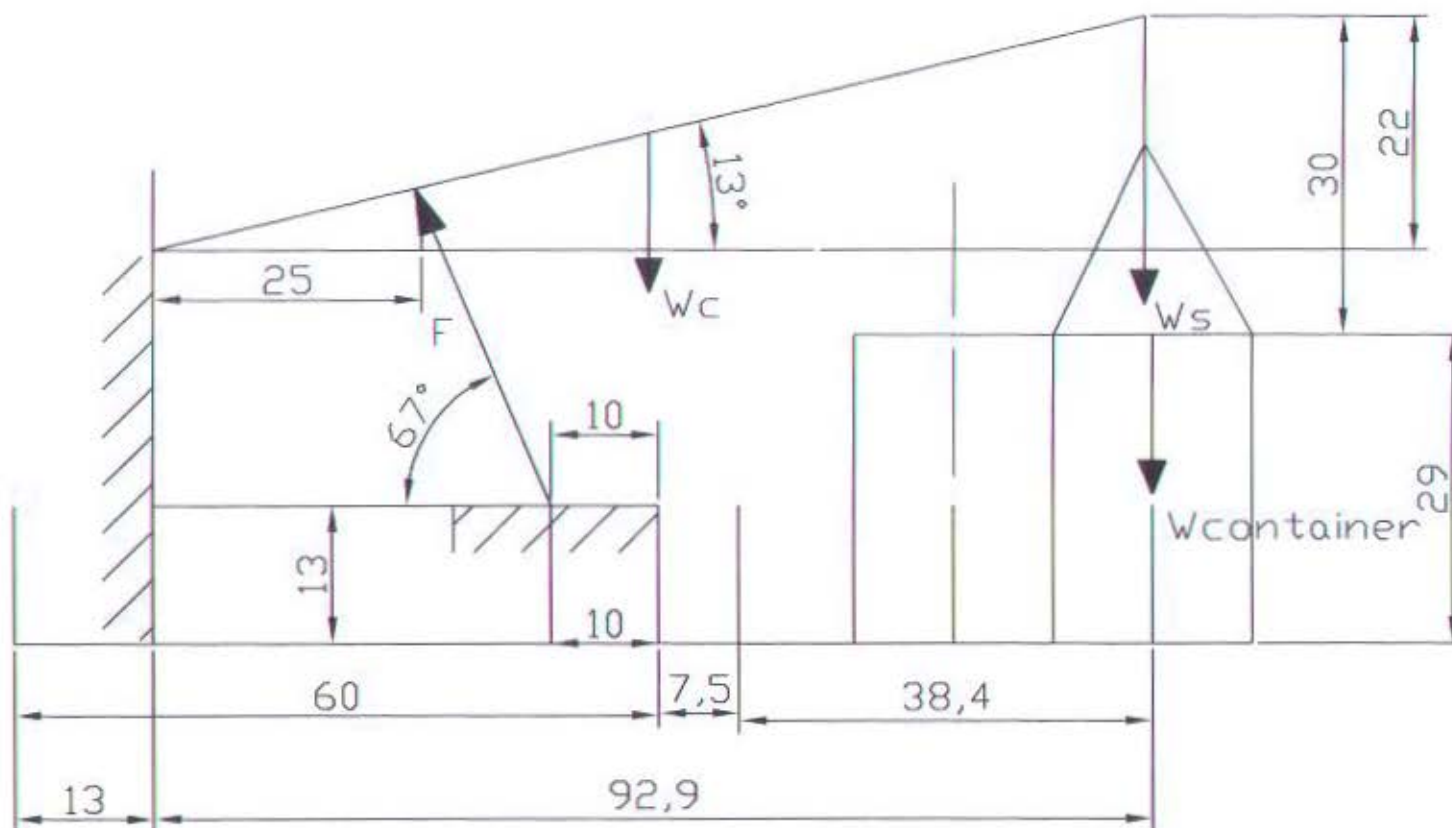
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

DC 4160-RS5

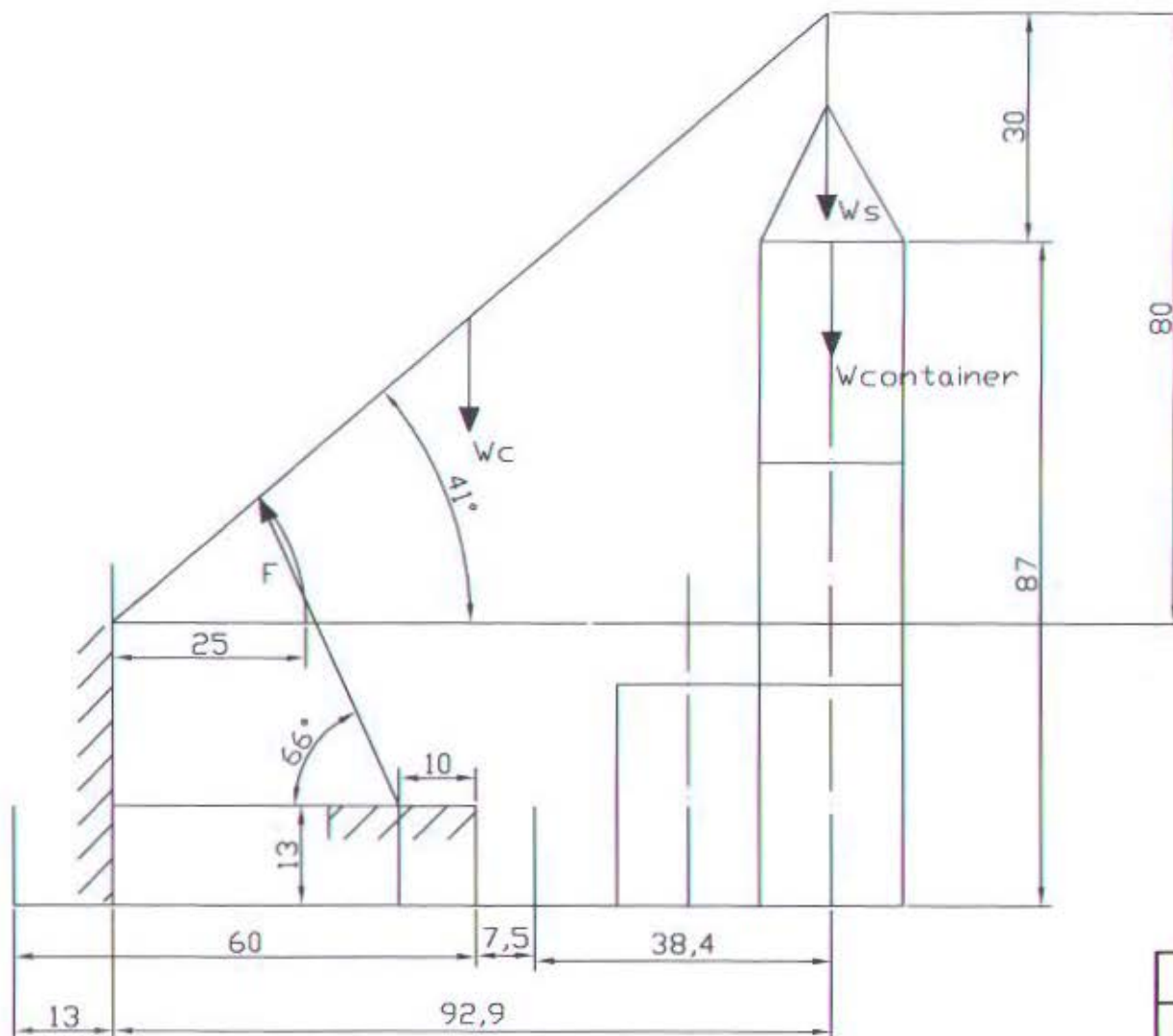
POSISI ROW 1 - STACKING 5

Disain	1. 10	Teknis Tenggol	Tenggol
Disain	1. 10	Teknis Tenggol	Tenggol
Disain	1. 10	Teknis Tenggol	Tenggol
Disain	1. 10	Teknis Tenggol	Tenggol

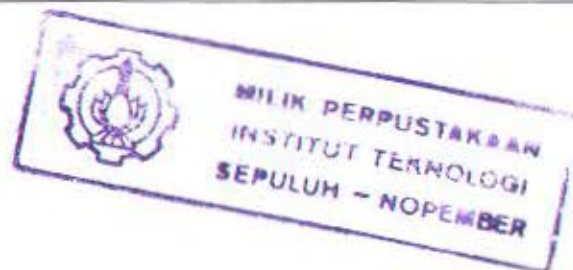
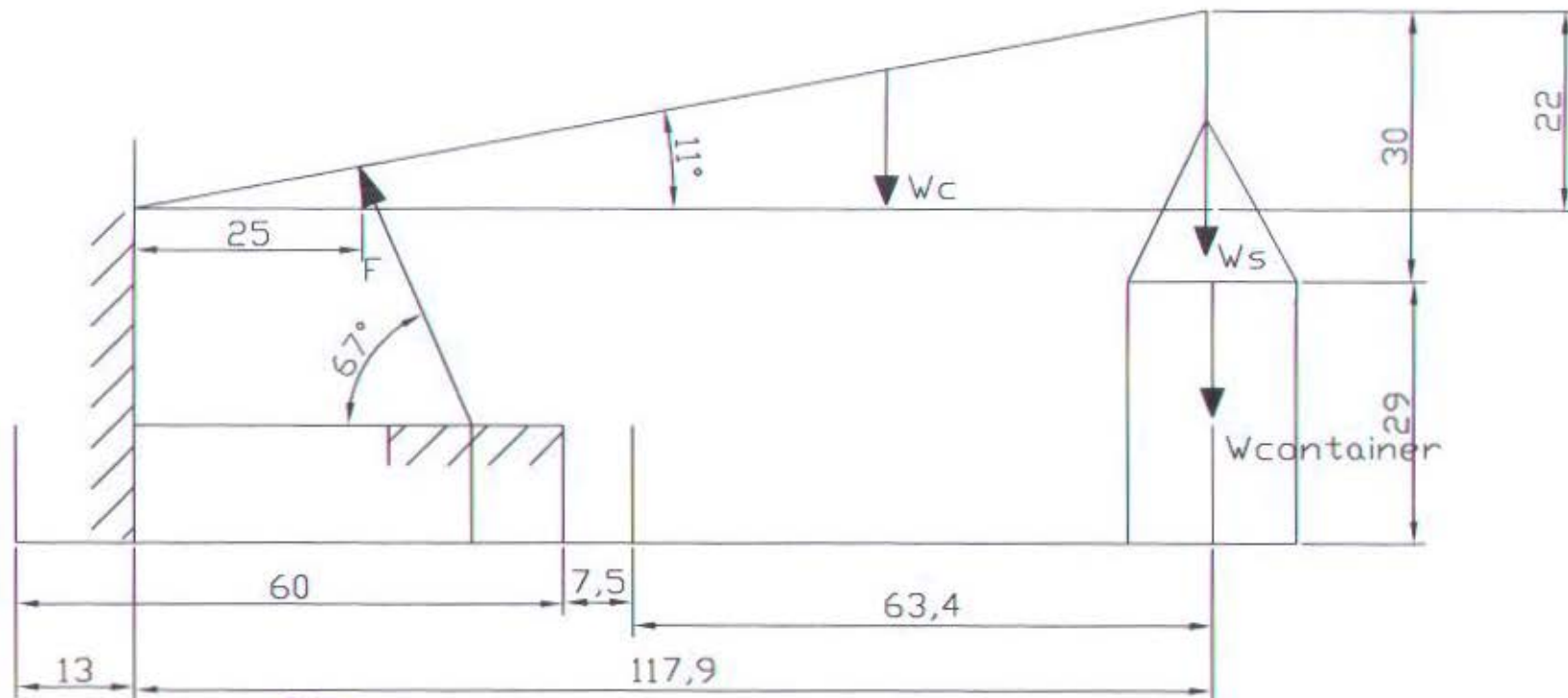
Map - 4160-RS5



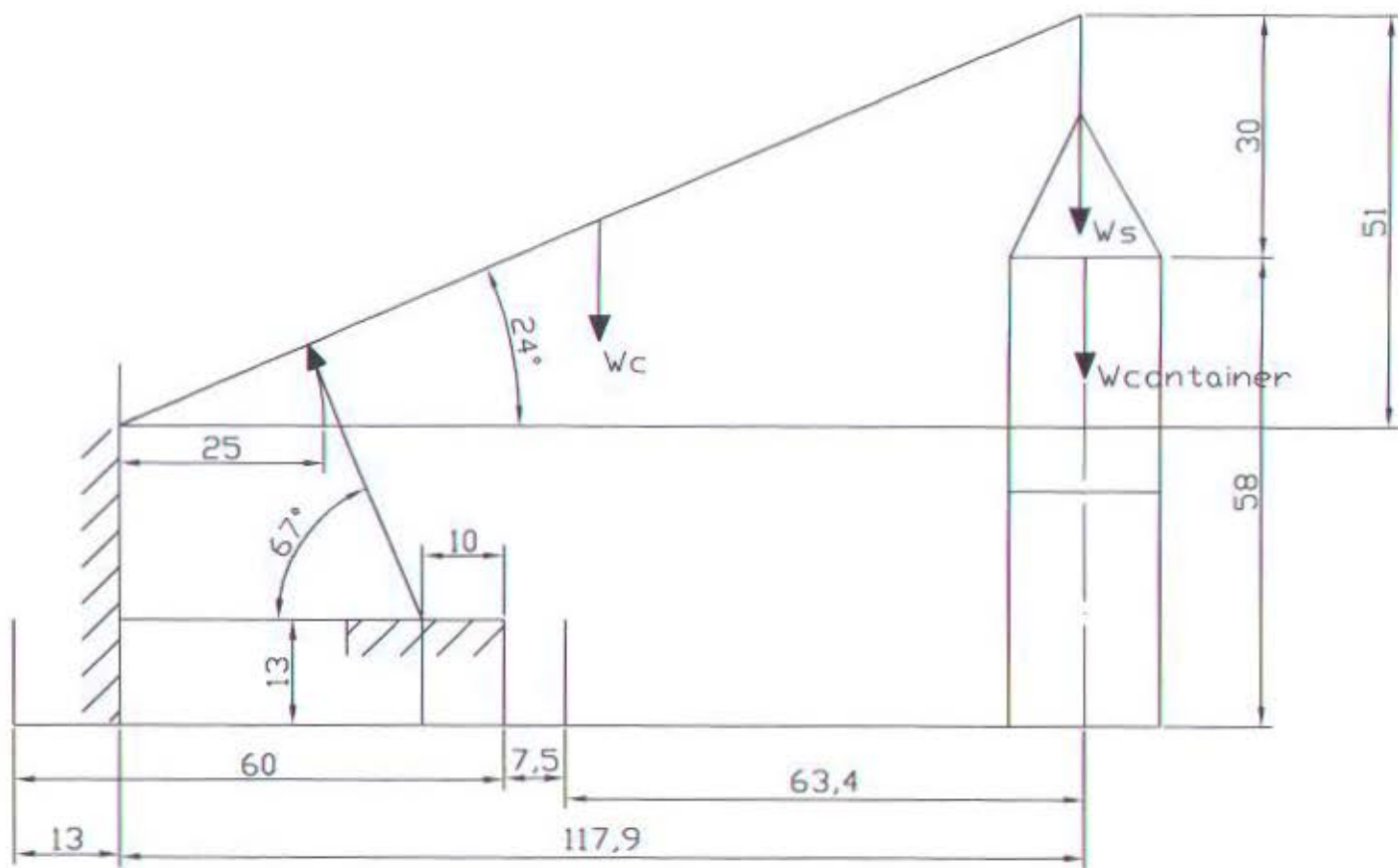
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN			
DC 4160-RS5			
POSISI ROW 2 - STACKING 1			
Scale: 1 : 10	Forma Tenggol	Tanggal:	
Digambar Oleh: Ahmad Rizki			
Disetujui Oleh: N. Bambang S.			



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN			
DC 4160-RS5			
Tabel : POSISI ROW 2 - STACKING 3			
Stade	13 / 18	Terima Tangan	Tanggal
Organisasi	Abstrak		
Doc. Pembimbing	J. B. B. B. B.		No. : 1234 567 89



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN			
DC 4160-RS5			
Posisi ROW 3 - STACKING 1			
Scale	1 : 10	Forma Target	Tanggal
Digambar Oleh : Nivalis Rika			
Disetujui Oleh : Nivalis Rika			
Disetujui Oleh : Nivalis Rika			

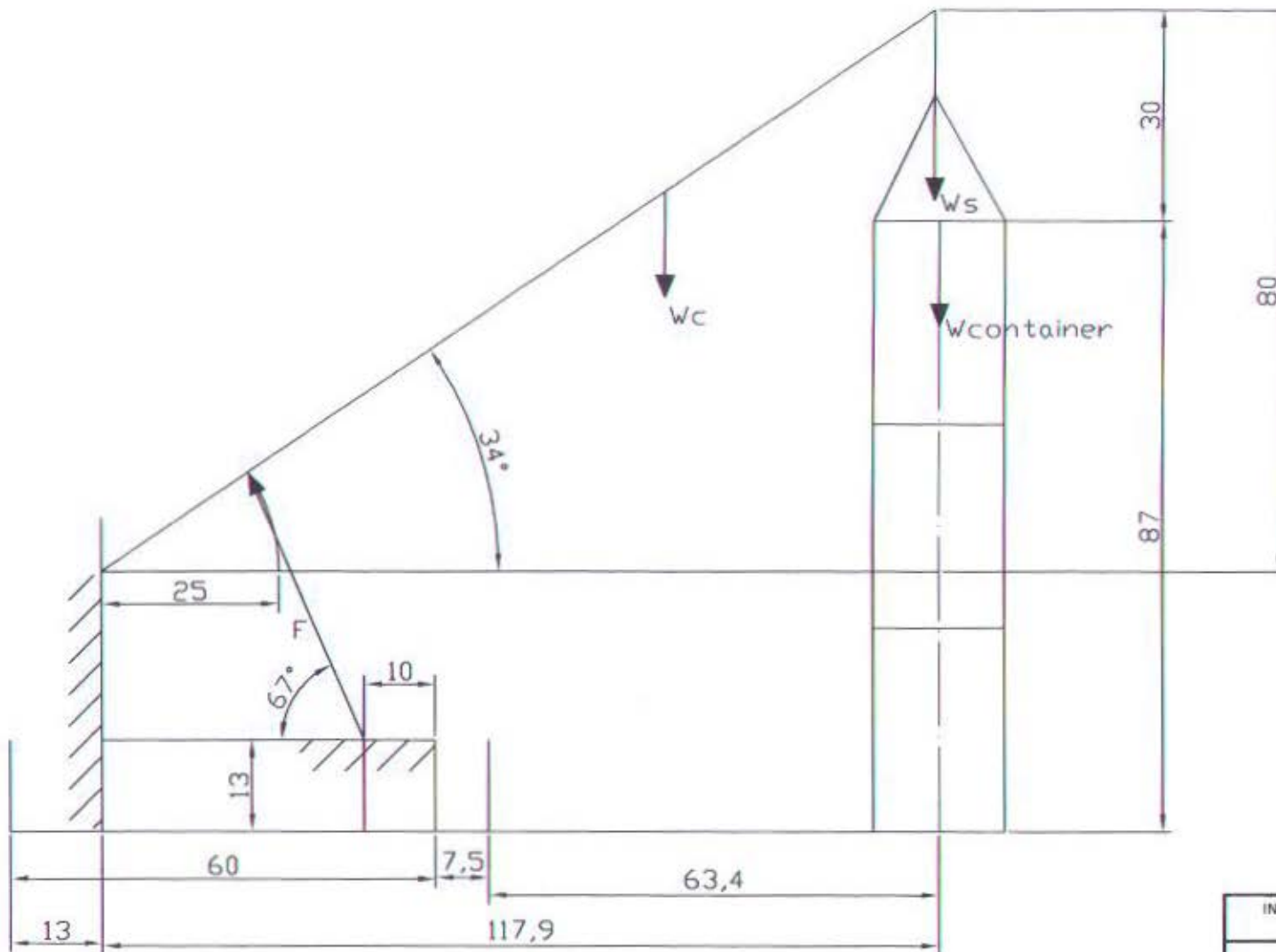


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

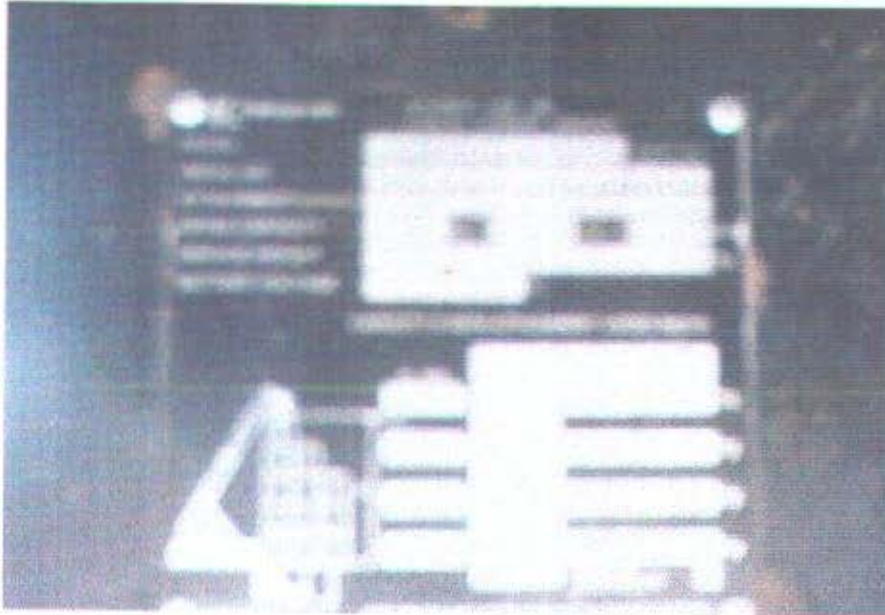
DC 4160-RS5

Posisi ROW 3 - STACKING 2

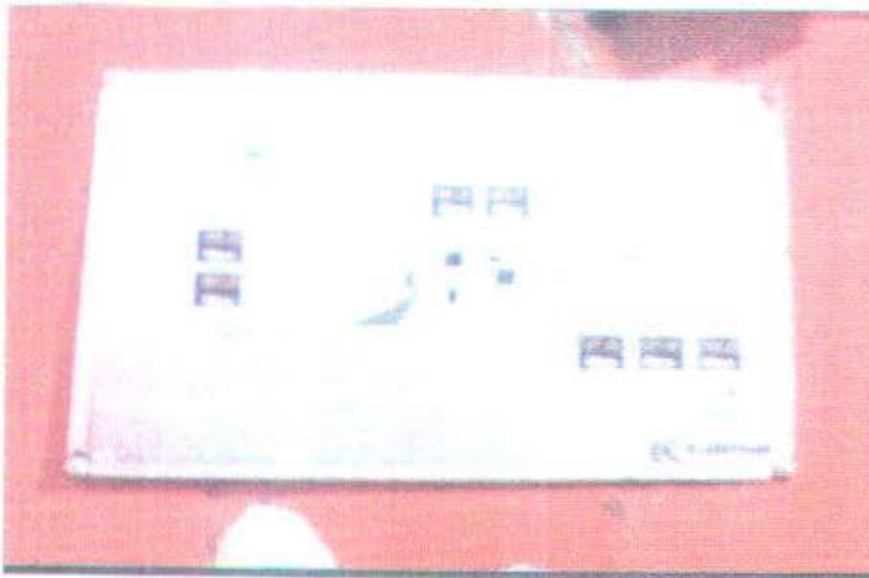
Skala: 1:10	Terima Tangan	Tanggal	
Digambar oleh: Alvin Rifa			
Dit. Perencanaan: I. S. Bandung, S.			Wsp. 4.01.198.913



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN			
DC 4160-RS5			
Tipe: POSISI ROW 3 - STACKING 3			
Skala: 1:100	Tanggal Terbit:	Tanggal:	
Digambar Oleh: Alvin Riza			
Dis. Perancang: N. Bambang S			Wp: 001 180 013



Spesifikasi Susunan dan Daya Angkat Container Maksimum DC 4160



Spesifikasi Tekanan Kerja Sistem Hidrolik DC 4160



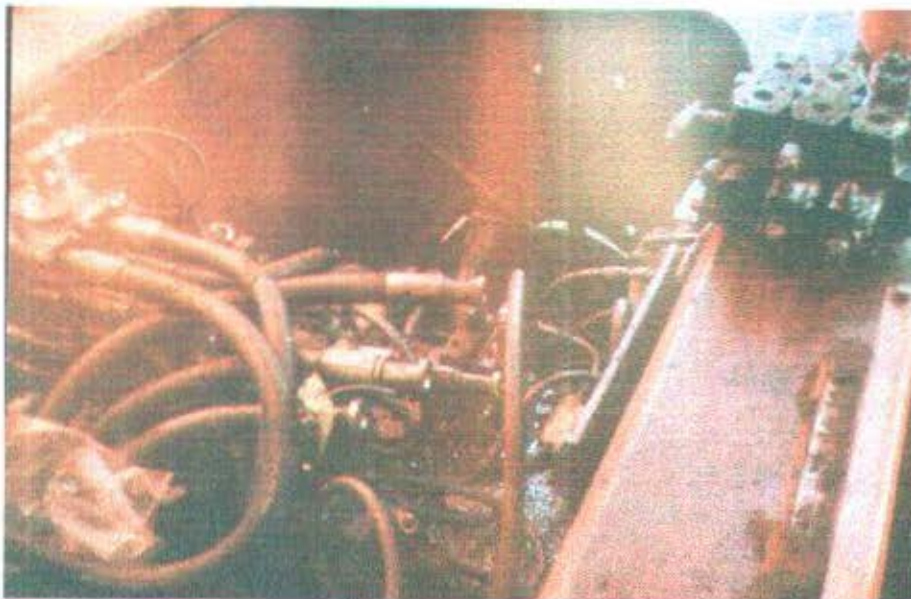
Pengukuran Tekanan Hidrolik Pada Main Contol Valve



Topliftframe Reach Stacker DC 4160



Bagian Counterweight Dari Reach Stacker



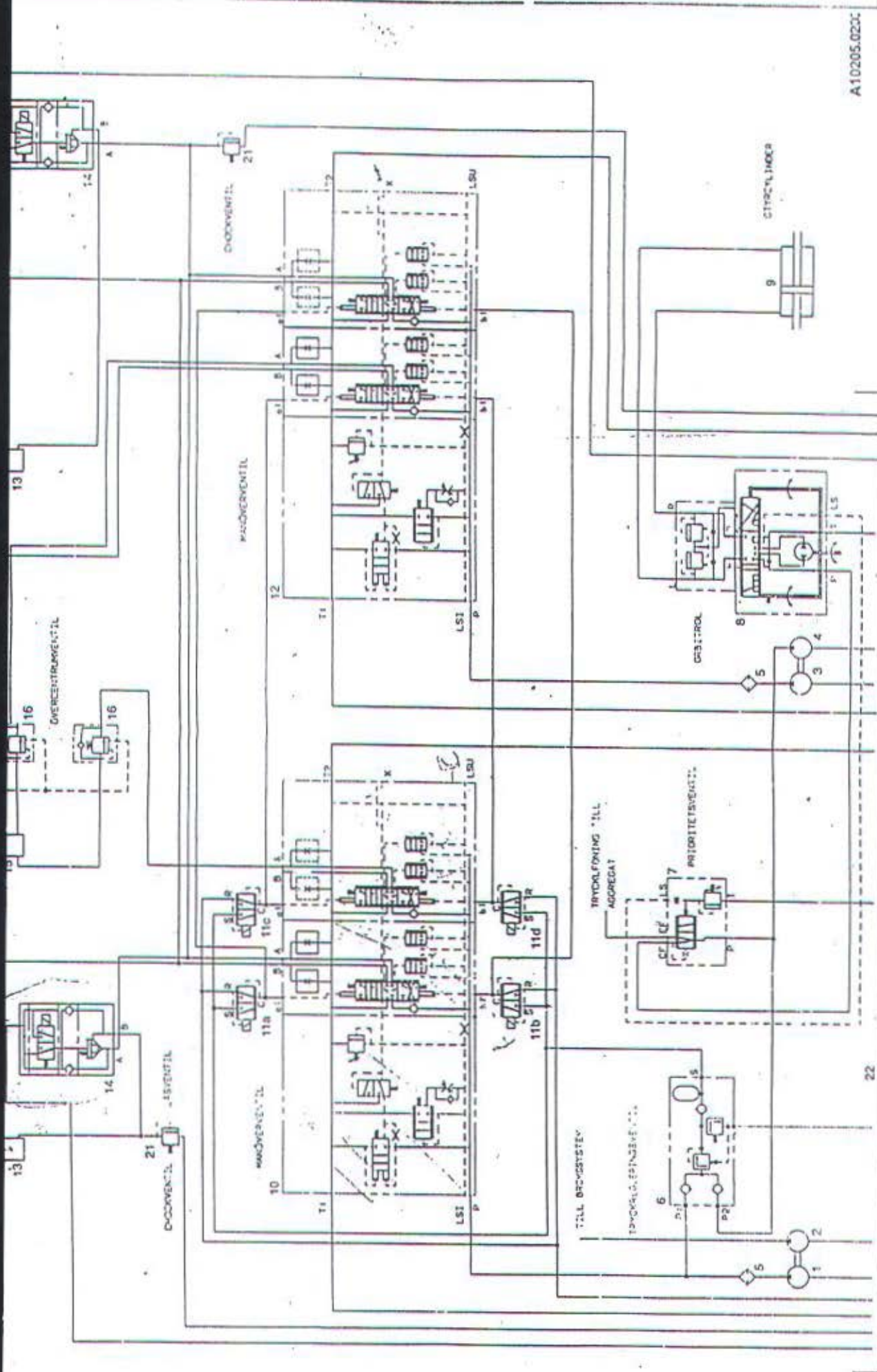
Perbaikan Main Control Valve

mar LMVRN

CKING LIST

em	Qty	Description & measurement (mm)	Weight gross/net
2	2 unpack.	Contchamps Kalmar LMV DC416CRS5 <i>Kalmar LMV DC416CRS5</i> <i>L=7900 W=4150 H=3900</i>	40500/40500 x 2
4	2 unpack.	Liftingurnas <i>L=10300 W=2200 H=2200</i>	13000/13000 x 2
6	2 unpack	Topliftframes <i>L=6070 W=2465 H=1900</i>	7100/7100
8	2 pallets	Liftingcylinders (2pcs/pallet) <i>L=3500 W=850 H=650</i>	1525/1500 x 2

RKS: KALMAR LMV FA
T34110.
Item.....9
Weight gross/net..kg
SINGAPORE



A10205.0201

Hydraulsystem:
Hydraulic system

Hydraulic system
Components A10205.0200

1. Hydraulic pump
2. Hydraulic pump
3. Hydraulic pump
4. Hydraulic pump
5. High pressure filter
6. Pressure reduction valve, servo system
7. Priority valve
8. Steering valve
9. Steering cylinder
10. Main valve 1
11. Converters
 - a. LIFT 1 + LIFT 2
 - b. LOWER 1 + LOWER 2
 - c. BOOM OUT 2 + BOOM OUT 1
 - d. BOOM IN 2 + BOOM IN 1
12. Main valve 2
13. Lift cylinder
14. Blocking valve
15. Extension cylinder
16. Over-center valve
21. Shock valve *
22. Hydraulic fluid tank
23. Pressure line to top lift